



**PERBANDINGAN PENGGUNAAN ARANG AKTIF KULIT KACANG
TANAH-REAKTOR BIOSAND FILTER DAN MnZEOLIT-REAKTOR
BIOSAND FILTER UNTUK MENURUNKAN KADAR COD DAN BOD
DALAM AIR LIMBAH INDUSTRI FARMASI**

TUGAS AKHIR II

Disusun Dalam Rangka Penyelesaian Studi Stata I

Untuk Mencapai Gelar Sarjana Sains

Oleh :

JOHAN EKO PRASETYO

4350406019

KIMIA S1

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2013

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir II ini telah disetujui oleh pembimbing untuk disidangkan dihadapan Panitia Ujian Tugas Akhir II Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang

Semarang, Agustus 2013

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dra. Woro Sumarni, M.Si

Dra. Sri Mantini R.S., M.Si

NIP. 196507231993032001

NIP. 195010171976032001

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir II ini telah dipertahankan di dalam sidang Panitia Ujian Tugas Akhir II, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 3 September 2013

Panitia

Ketua

Sekretaris

Prof. Dr. Wiyanto, M.Si
NIP. 196310121988031001

Dra. Woro Sumarni, M.Si
NIP. 196507231993032001

Penguji

Dr. Sri Haryani, M. Si
NIP. 195808081983032002

Penguji/Pembimbing I

Penguji/Pembimbing II

Dra. Woro Sumarni, M.Si
NIP. 196507231993032001

Dra. Sri Mantini R.S., M.Si
NIP. 195010171976032001

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis di dalam Tugas Akhir II ini benar-benar hasil karya sendiri bukan jiplakan dari karya tulis orang lain, baik sebagian ataupun seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam Tugas Akhir ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang , Agustus 2013

Penulis

Johan Eko Prasetyo

NIM. 4350406019

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- + *Maju terus pantang mundur, sebelum ada ketentuan dari Allah
kitaharus tetap berusaha untuk meraihnya*
- + *Berusaha mencapai kebahagiaan dunia dan akhirat*
- + *Mengerti, memahami dan memberi solusi terhadap apa yang terjadi*
- + *Manusia hanya bisa berusaha, serahkanlah semuanya pada Allah, karena
Allah selalu tahu mana yang terbaik bagi kita selaku makhluknya*
- + *Merenumgi kegagalan dan bangkit untuk menghadapi masa depan*

PERSEMBAHAN

Karya ini kupersembahkan kepada:

- *ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik*
- *Ayah dan Ibu tercinta, yang selalu memberikan dukungan, semangat dan selalu ada untukku serta yang tidak pernah berhenti mendoakanku.*
- *Adik – adikku yang selalu ada untuk berbagi*
- *Teman – teman Q-miche yang selalu menyemangatiku dan selalu ada untukku*
- *Keluarga besar Mushala Al-Barakah*
- *Teman-temanku semua yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu*
- *Seluruh keluarga besar Kimia Unnes...*

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kita panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT Yang Maha Besar, Maha Pengasih dan Penyayang, atas segala rahmat hidayah dan karunia NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan dan menyusun Tugas Akhir II ini.

Tugas Akhir II ini berjudul “Perbandingan Penggunaan Arang Aktif Kulit Kacang Tanah –Biosand Filter dan Mn-Zeolit-Biosand Filter Untuk Menurunkan Kadar COD dan BOD Air Limbah Industri Farmasi” disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dari Universitas Negeri Semarang.

Selama mengikuti studi hingga terwujudnya Tugas Akhir II ini, penulis telah banyak mendapat bantuan, bimbingan, dukungan, serta semangat dari berbagai pihak. Dengan terselesaikannya penulisan Tugas Akhir II ini, penulis menyatakan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan, terutama penulis sampaikan kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang
2. Bapak Prof. Dr. Wiyanto, M.Si, Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang
3. Ibu Dra. Woro Sumarni, M.Si, Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
4. Ibu Ir. Sri Wahyuni, M.Si, Ketua Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang

5. Ibu Dra.Woro Sumarni, M.Si, dosen pembimbing utama, terimakasih atas bimbingan dan pengarahan serta bantuannya dalam penulisan Tugas Akhir II ini.
6. Ibu Dra.Sri Mantini R.S., M.Si, dosen pembimbing pendamping, terima kasih atas bimbingan dan pengarahan dalam penulisan Tugas Akhir II ini.
7. Ibu Dr.Sri Haryani, M.Si, dosen penguji yang telah memberikan bantuan, masukan dan pengarahan dalam penulisan Tugas Akhir II.
8. Kepala Laboratorium Kimia FMIPA UNNES yang telah memberikan ijin penelitian Tugas Akhir II.
9. Teknisi dan laboran Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang yang tidak dapat saya ucapkan satu per satu, terima kasih atas bantuannya.
10. Semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir II ini.

Semarang, Agustus 2013

Penulis

ABSTRAK

Johan Eko Prasetyo, 2013. **“Perbandingan Penggunaan Arang Aktif Kulit Kacang Tanah-Biosand Filter dan Mn-Zeolit-Biosand Filter Untuk Menurunkan Kadar COD dan BOD Dalam Air Limbah Industri Farmasi”**, Tugas Akhir II, Jurusan Kimia FMIPA UNNES, Dosen Pembimbing I : Dra.Woro Sumarni, M.Si, Dosen Pembimbing II : Dra.Sri Mantini R.S.,M.Si.

Kata Kunci : COD, BOD, Mn-Zeolit, Arang Aktif, Biosand Filter

Limbah cair yang dihasilkan oleh industri farmasi masih mengandung padatan tersuspensi dan terlarut yang dapat mencemari lingkungan. Sampel yang digunakan berasal dari air limbah farmasi di Semarang. Limbah ini akan dianalisis kadar COD dan BOD menggunakan reaktor biosand filter. Analisis COD menggunakan metode refluks tertutup dan analisis BOD menggunakan metode titrasi Winkler. Reaktor biosand filter terdiri dari 3 komponen, yaitu kerikil (lapisan bawah), pasir kasar (lapisan tengah) dan Mn-zeolit/arang aktif (lapisan atas). Dalam penelitian ini, akan ditentukan penurunan kadar COD dan BOD menggunakan biosand filter (pasir kasar dan kerikil), Mn-Zeolit / arang aktif kulit kacang tanah, Mn-zeolit-biosand filter dan arang aktif kulit kacang tanah-biosand filter. Hasil analisis kadar COD dan BOD menggunakan pasir kasar dan kerikil, penurunan kadar COD sebesar 13.28% dan penurunan kadar BOD sebesar 17.39%. Hasil analisis kadar COD dan BOD menggunakan Mn-zeolit terjadi penurunan kadar COD sebesar 43.75% dan BOD 37.68%. Sedangkan menggunakan arang aktif kulit kacang tanah, penurunan kadar COD sebesar 34.38% dan BOD sebesar 31.88%. Hasil analisis kadar COD dan BOD menggunakan Mn-zeolit-biosand filter terjadi penurunan kadar COD sebesar 58.59% dan BOD 43.47%. Sedangkan menggunakan arang aktif kulit kacang tanah-biosand filter, penurunan kadar COD sebesar 42.96% dan BOD sebesar 33.33%.

ABSTRACT

Johan Eko Prasetyo, 2013, “**Comparison Using Peanut Shell Activated Charcoal -Biosand Filters and Mn-Zeolite-Biosand Filters To Reduce COD and BOD levels in The Pharmaceutical Industry Wastewater**”, Final Project II, Department of Chemistry, FMIPA UNNES, Supervisor I: Dra.Woro Sumarni, Supervisor II: M.Si Dra.Sri Mantini RS, M.Si.

Keywords : COD, BOD, Mn-Zeolite, Activated Charcoal, Biosand Filter

Wastewater produced by the pharmaceutical industry is still suspended and dissolved solids that can pollute the environment. Samples were taken from pharmaceutical wastewater in Semarang. This waste will be analyzed levels of COD and BOD using biosand filter reactor. COD analysis using closed reflux method and BOD analysis using the Winkler titration method. Biosand filter reactor consists of 3 components, namely gravel (bottom layer), coarse sand (middle layer) and Mn-Zeolite / peanut shell activated charcoal (top layer). In this study will be determine decreased level of COD and BOD using biosand filter (coarse sand and gravel), Mn-Zeolite / peanut shell activated charcoal, Mn-Zeolite-biosand filter and peanut shell activated charcoal -biosand filter. Result of analysis of COD and BOD levels using biosand filter (coarse sand and gravel), decreased levels of COD by 13,28% and reduced levels of BOD by 17,39%. Results of analysis of COD and BOD levels using Mn-Zeolite decreased levels of COD by 43,75% and BOD by 37,68%. While using peanut shell activated carbon, reduced levels of COD by 34,38% and BOD by 31,88%. Results of analysis of COD and BOD levels using Mn-Zeolite-biosand filter decreased levels of COD by 58,59% and BOD by 43,47%. While using peanut shell activated charcoal-biosand filter, decreased level of COD by 42,96% and BOD by 33,33%.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Industri Farmasi.....	7
2.2 Zeolit	9
2.3 Mn-Zeolit Sebagai Adsorben	11

2.4 Kulit Kacang Tanah	12
2.5 Arang Aktif Kulit Kacang Tanah	13
2.6 Chemical Oxygen Demand (COD).....	15
2.7 Biochemical Oxygen Demand (BOD)	17
2.8 Proses Aerasi.....	19
2.9 Biosand Filter.....	21
2.10Pembersihan Biosand Filter.....	23
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Populasi dan Sampel	24
3.2 Variabel Penelitian	24
a. Variabel bebas	24
b. Variabel terikat	24
c. Variabel terkendali	24
3.3 Alat dan Bahan	25
1). Alat.....	25
2). Bahan.....	25
3.4 Cara Kerja.....	26
3.4.1. Persiapan bahan	26
3.4.2. Preparasi awal zeolit.....	28
3.4.3. Pembuatan Mn-Zeolit.....	28
3.4.4. Pembuatan arang kulit kacang tanah	28
3.4.5. Aktivasi arang kulit kacang tanah.....	29

3.5. Menentukan kadar COD dan BOD berdasarkan ketinggian Mn-Zeolit dan arang aktif kulit kacang tanah.....	30
3.6. Menentukan kadar COD dan BOD berdasarkan ketinggian pasir kasar dan kerikil	31
3.7. Menentukan kadar COD dan BOD berdasarkan ketinggian reaktor biosand menggunakan Mn-Zeolit dan arang aktif kulit kacang tanah	32
3.8. Analisis kadar COD dan BOD hasil penelitian	33
3.8.1 Analisis COD dengan metode refluks tertutup.....	33
3.8.2 Analisis BOD dengan metode titrasi winkler	33
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Perlakuan awal terhadap kualitas limbah farmasi.....	36
4.2 Aktivasi zeolit	36
4.3 Arang aktif kulit kacang tanah.....	37
4.4 Hasil analisis COD berdasarkan ketinggian Mn-Zeolit.....	37
4.5 Hasil analisis kadar COD berdasarkan ketinggian arang aktif kulit kacang tanah	38
4.6 Hasil analisis kadar COD berdasarkan ketinggian Mn-Zeolit dan arang aktif kulit kacang tanah	39
4.7 Hasil analisis kadar COD menggunakan biosand filter berdasarkan ketinggian pasir kasar dan kerikil	40
4.8 Hasil analisis kadar COD menggunakan Mn-Zeolit biosand filter.....	41
4.9 Hasil analisis kadar COD menggunakan arang aktif kulit kacang	

tanah-biosand filter	42
4.10 Hasil analisis kadar COD menggunakan Mn-Zeolit-biosand filter dan arang aktif kulit kacang tanah-biosand filter.....	42
4.11 Hasil analisis kadar BOD berdasarkan ketinggian Mn-Zeolit	43
4.12 Hasil analisis kadar BOD berdasarkan ketinggian arang aktif kulit kacang tanah	44
4.13 Hasil analisis kadar BOD berdasarkan ketinggian Mn_Zeolit dan arang aktif kulit kacang tanah	45
4.14 Hasil analisis kadar BOD berdasarkan ketinggian pasir kasar dan kerikil	45
4.15 Hasil analisis kadar BOD menggunakan Mn-Zeolit-biosand Filter ..	47
4.16 Hasil analisis kadar BOD menggunakan arang aktif kulit kacang tanah-biosand filter	47
4.17 Hasil analisis kadar BOD menggunakan arang aktif kulit kacang tanah-biosand filter dan Mn-Zeolit-biosand filter.....	48
BAB V PENUTUP	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN-LAMPIRAN	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tetrahedral alumina dan silika pada struktur zeolit	10
Gambar 2. Reaktor biosand filter	22
Gambar 3. Tungku arang dari drum minyak yang telah dimodifikasi	29
Gambar 4. Kurva hubungan antara tinggi Mn-Zeolit/arang aktif kulit kacang tanah dengan COD	39
Gambar 5. Kurva hubungan tinggi pasir kasar dan kerikil dengan kadar COD	40
Gambar 6. Kurva hubungan antara ketinggian Mn-Zeolit-biosand filter/arang Aktif kulit kacang tanah-biosand filter terhadap kadar COD	43
Gambar 7. Kurva hubungan antara tinggi Mn-Zeolit/arang aktif kulit kacang tanah dengan BOD	45
Gambar 8. Kurva hubungan tinggi pasir kasar dan kerikil dengan kadar BOD	46
Gambar 9. Kurva hubungan antara tinggi Mn-Zeolit/arang aktif kulit kacang tanah dengan BOD	48

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Baku mutu air limbah industri farmasi	9
Tabel 2. Hasil analisis kimia zeolit sebelum direndam dalam KMnO_4	12
Tabel 3. Hasil analisis kimia zeolit setelah direndam dalam KMnO_4	12
Tabel 4. Waktu yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik pada Suhu 20 °C	18
Tabel 3.1. Ketinggian Mn-Zeolit dan arang aktif kulit kacang tanah	31
Tabel 3.2. Ketinggian reaktor biosand filter tanpa menggunakan Mn-Zeolit dan arang aktif kulit kacang tanah	31
Tabel 3.3. Ketinggian Mn-Zeolit-biosand filter	32
Tabel 3.4. Ketinggian arang aktif kulit kacang tanah-biosand filter	32
Tabel 4.1. Hasil analisis awal kadar COD dan BOD limbah farmasi	36
Tabel 4.2. Hasil analisis kadar COD berdasarkan ketinggian Mn-Zeolit	37
Tabel 4.3. Hasil analisis kadar COD berdasarkan ketinggian arang aktif kulit kacang tanah	38
Tabel 4.4. Hasil analisis kadar COD berdasarkan ketinggian pasir kasar dan kerikil	40
Tabel 4.5. Hasil analisis kadar COD menggunakan Mn-Zeolit-biosand filter	42

Tabel 4.6. Hasil analisis kadar COD menggunakan arang aktif kulit kacang tanah biosand filter	42
Tabel 4.7. Hasil analisis kadar BOD berdasarkan ketinggian Mn-Zeolit	43
Tabel 4.8. Hasil analisis kadar BOD berdasarkan ketinggian arang aktif kulit kacang tanah	44
Tabel 4.9. Hasil analisis kadar BOD berdasarkan ketinggian pasir kasar dan kerikil	46
Tabel 4.10. Hasil analisis kadar BOD menggunakan Mn-Zeolit-biosand filter	47
Tabel 4.11. Hasil analisis kadar BOD menggunakan arang aktif kulit kacang tanah-biosand filter	48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Saat ini, pertumbuhan industri yang pesat, belum diiringi dengan perhatian maksimal terhadap limbah yang dihasilkan dari sisa produksi, sehingga volume limbah yang dihasilkan semakin bertambah banyak. Limbah tersebut menjadi permasalahan lingkungan, karena kuantitas maupun kualitas dengan tingkat bahayanya dapat mengganggu kehidupan makhluk hidup lainnya. Apabila limbah industri ini dibuang langsung ke lingkungan, akan menyebabkan pencemaran lingkungan.

Kehidupan mikroorganisme seperti ikan dan biota lainnya, tidak terlepas dari kandungan oksigen yang terlarut di dalam air. Kemajuan industri dan teknologi seringkali berdampak buruk terhadap keadaan lingkungan air, baik air sungai, air laut, air danau maupun airtanah. Pada umumnya, air lingkungan yang telah tercemar mempunyai kandungan oksigen sangat rendah. Hal ini disebabkan oksigen yang terlarut di dalam air, diserap oleh mikroorganisme untuk mendegradasi bahan buangan organik, sehingga menjadi bahan yang mudah menguap (yang ditandai dengan bau busuk). Selain itu, bahan buangan organik juga dapat bereaksi dengan oksigen yang terlarut di dalam air, sehingga semakin sedikit sisa kandungan oksigen yang terlarut di dalamnya.

Untuk menentukan tingkat penurunan kualitas air, dapat dilihat dari penurunan kadar oksigen terlarut sebagai akibat masuknya bahan organik dari luar, umumnya digunakan uji COD dan BOD.

Proses dan kegiatan yang dilakukan industri farmasi sangat beragam, tergantung pada produk yang dihasilkan. Jenis limbah industri farmasi meliputi limbah padat, limbah cair dan limbah gas. Pada umumnya, limbah industri farmasi berasal dari proses pembuatan bahan baku obat, proses formulasi, sediaan farmasi, laboratorium pengawasan mutu dan riset, kegiatan domestik dan sanitasi (Ibrahim, 2008).

Kualitas air limbah untuk industri farmasi diukur dengan parameter kimia yaitu berupa kadar COD dan BOD yang menggambarkan kadar bahan organik dan anorganik dalam air limbah tersebut. Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 tentang baku mutu air limbah, batas maksimum COD dan BOD untuk air limbah industri adalah 150 mg/L dan 75 mg/L.

Analisis COD menunjukkan jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia, baik yang dapat didegradasi secara biologis maupun yang sukar didegradasi. Bahan buangan organik tersebut akan dioksidasi oleh kalium bikromat ($K_2Cr_2O_7$) yang digunakan sebagai sumber oksigen. Hampir semua zat organik dapat dioksidasi oleh oksidator kuat seperti kalium bikromat ($K_2Cr_2O_7$) dalam suasana asam, diperkirakan 95% - 100% bahan organik dapat dioksidasi (Alaerts dan Santika, 1984).

Analisis BOD digunakan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan penduduk atau industri. Bakteri atau mikroorganisme dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses oksidasi tersebut. Beberapa zat organik maupun anorganik dapat bersifat racun misalnya sianida, tembaga, dan sebagainya, sehingga harus dikurangi sampai batas yang diinginkan. Oleh karena itu, uji BOD ini tidak dapat digunakan untuk mengukur jumlah bahan-bahan organik yang sebenarnya terdapat di dalam air, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah konsumsi oksigen yang digunakan mikroorganisme untuk mengoksidasi bahan organik tersebut. Semakin banyak oksigen yang dikonsumsi oleh mikroorganisme, maka semakin banyak pula kandungan bahan-bahan organik di dalamnya (Alaerts dan Santika, 1984).

Salah satu upaya yang dilakukan untuk mengurangi pencemaran limbah di perairan yaitu dengan mengadsorpsinya. Umumnya katalis yang digunakan adalah katalis heterogen. Katalis heterogen yang digunakan biasanya dalam bentuk logam murni atau oksidanya. Kesulitan yang sering dijumpai dalam penggunaan katalis logam murni antara lain: katalis logam murni memiliki stabilitas termal yang rendah, mudah mengalami penurunan luas permukaan akibat pemanasan dan biaya pemakaian logam murni sebagai katalis.

Zeolit merupakan mineral yang melimpah di alam. Zeolit bersifat sebagai adsorben karena mempunyai struktur berpori, kaya akan silika sehingga stabilitas termal tinggi dan murah. Zeolit yang ada di alam, dapat dimodifikasi untuk meningkatkan kualitasnya menjadi mineral industri. Salah satunya adalah memodifikasi zeolit menjadi Mn-Zeolit. Zeolit yang telah direndam dalam

larutan KMnO_4 , menyebabkan kandungan Mn dalam zeolit meningkat. Peningkatan jumlah Mn dalam zeolit menyebabkan kemampuan oksidasi zeolit meningkat (Zamroni & Thamzil, 2000).

Kulit kacang tanah, bagi sebagian orang mungkin tidak memiliki arti. Di berbagai pedesaan, kulit ini digunakan untuk pakan ternak, atau dibuang begitu saja. Kulit kacang tanah mengandung selulosa (65,7 %), karbohidrat (21,2 %), protein (7,3 %), mineral (4,5 %) dan lemak (1,2 %) (Sari dan Umrotul, 2003). Arang kulit kacang tanah diaktivasi menggunakan ZnCl_2 . Berdasarkan hasil penelitian Putranto dan Razif (2005), penurunan fenol terbesar didapatkan oleh karbon aktif dengan aktivator ZnCl_2 yaitu sebesar 98,5%.

Biosand filter merupakan suatu proses penyaringan atau penjernihan air yaitu air yang akan diolah, dilewatkan pada suatu media proses dengan kecepatan rendah yang dipengaruhi oleh diameter butiran pasir. Faktor yang berperan penting dalam *Biosand filter* adalah ukuran butiran pasir dan ketinggian pasir (Sukawati, 2008). Reaktor biosand filter terdiri atas 3 komponen, yaitu kerikil (lapisan bawah), pasir kasar (lapisan tengah) dan pasir halus (lapisan atas).

Pada penelitian ini, Mn-Zeolit dan arang aktif kulit kacang tanah digunakan sebagai pengganti pasir halus. Pada penelitian ini akan membandingkan penurunan kadar COD dan BOD menggunakan arang aktif kulit kacang tanah dan Mn-Zeolit, reaktor biosand filter (kerikil dan pasir kasar) dan reaktor biosand filter menggunakan Mn-Zeolit dan arang aktif kulit kacang tanah.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut, yaitu :

1. Berapa penurunan kadar COD dan BOD limbah farmasi menggunakan biosand filter (pasir kasar dan kerikil)?
2. Berapa penurunan kadar COD dan BOD limbah farmasi menggunakan Mn-Zeolit dan arang aktif kulit kacang tanah?
3. Berapa penurunan kadar COD dan BOD limbah farmasi menggunakan Mn-Zeolit-biosand filter dan arang aktif kulit kacang tanah-biosand filter?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui penurunan kadar COD dan BOD limbah farmasi menggunakan biosand filter (pasir kasar dan kerikil).
2. Mengetahui penurunan kadar COD dan BOD limbah farmasi apabila menggunakan Mn-Zeolit dan arang aktif kuli kacang tanah
3. Mengetahui penurunan kadar COD dan BOD limbah farmasi menggunakan Mn-Zeolit-biosand filter dan arang aktif kulit kacang tanah-biosand filter?

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Manfaat Khusus

1. Memberikan informasi tentang penurunan kadar COD dan BOD limbah farmasi menggunakan biosand filter (pasir kasar dan kerikil).
2. Memberikan informasi tentang penurunan kadar COD dan BOD limbah farmasi apabila menggunakan Mn-Zeolit dan arang aktif kuli kacang tanah
3. Memberikan informasi tentang penurunan kadar COD dan BOD limbah farmasi menggunakan Mn-Zeolit-biosand filter dan arang aktif kulit kacang tanah-biosand filter.

b. Manfaat Umum

1. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang pengolahan air limbah menggunakan reaktor biosand filter.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang zeolit dan kulit kacang tanah yang dapat ditingkatkan kualitasnya menjadi Mn-zeolit dan arang aktif kulit kacang tanah.

BAB II

TINJAUAN PUSATAKA

2.1 Industri Farmasi

Berdasarkan karakteristik produk yang dihasilkan, industri farmasi berbeda dengan industri yang lain, sekalipun dengan industri kimia. Proses dan kegiatan yang dilakukan industri farmasi sangat beragam, tergantung pada produk yang dihasilkan. Menurut Ibrahim (2008), berdasarkan jenis dan produk yang dihasilkan, industri farmasi dibagi menjadi 5 yaitu :

2.1.1 Industri Farmasi Sintesis Kimia

Jenis, komposisi dan jumlah limbahnya sangat kompleks dan beragam tergantung pada reaksi kimia dan pemurnian yang terlibat dalam proses. Setiap tahapan proses menggunakan bahan kimia tertentu dan menghasilkan produk utama, produk antara, hasil samping, tumpahan, pereaksi dan pelarut. Komponen limbah yang mungkin ada adalah :

- a) Senyawa asam, basa, garam dan katalis (logam berat, sianida dll)
- b) Pelarut organik yang digunakan dalam pemurnian
- c) Deterjen yang digunakan dalam pencucian alat

2.1.2 Industri Farmasi Ekstraksi Bahan Alam

Untuk memperoleh senyawa kimia obat dilakukan dengan cara ekstraksi dari bahan alam yaitu : akar, daun, kulit batang, rimpangan dari tumbuhan dan hewan. Komponen limbahnya adalah :

- a) Ampas dari bahan alam yang digunakan
- b) Pelarut-pelarut (yang larut air dan tidak)
- c) Uap pelarut

2.1.3 Industri Farmasi Fermentasi

Industri farmasi fermentasi menghasilkan produk yang khas, sedikit, tetapi nilai ekonominya tinggi, seperti antibiotika, vitamin dan hormon tertentu. Komponen limbahnya adalah:

- a) Medium fermentasi
- b) Sel dan misel dalam bentuk padat
- c) Pelarut organik yang dipakai ekstraksi
- d) Senyawa kimia dan pelarut pada pemurnian atau kristalisasi
- e) Air buangan berupa hasil pencucian peralatan dan tumpahan

2.1.4 Industri Farmasi Formulasi / Sediaan Farmasi

Industri farmasi formulasi menghasilkan sediaan farmasi. Tablet merupakan produk yang paling banyak (90 %), sedangkan komponen limbahnya adalah :

- a) Produk yang gagal dan terbuang
- b) Tumpahan bahan-bahan
- c) Debu (dari pencampuran dan pencetakan tablet)
- d) Air buangan dari pencucian peralatan dan sterilisasi
- e) Air buangan dari laboratorium, toilet, WC dan kamar mandi

2.1.5 Laboratorium Riset dan Pengembangan

Riset dan pengembangan yang dilakukan sangat beragam yaitu : kimia, mikrobiologi, farmakologi, pengembangan formula dan metode analisis. Limbahnya mengandung bahan kimia, pelarut yang digunakan, bangkai hewan, jaringan dan air buangan cucian peralatan, alat laboratorium dll.

Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 tentang baku mutu air limbah, baku mutu air limbah industri farmasi dapat dilihat pada Tabel 1.

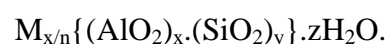
Tabel 1. Baku mutu air limbah industri farmasi

NO	PARAMETER	BAHAN FORMULA	FORMULASI
		KADAR MAKSIMUM (mg/L)	KADAR MAKSIMUM (mg/L)
1.	BOD ₅	100	75
2.	COD	300	150
3.	TSS	100	75
4.	Total – N	30	-
5.	Fenol	1	-
6.	pH	6.0-9.0	6,0- 9,0

Sumber : Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004

2.2 Zeolit

Zeolit umumnya didefinisikan sebagai kristal alumina silika yang berstruktur tiga dimensi, yang terbentuk dari tetrahedral alumina dan silika dengan rongga-rongga di dalam yang berisi ion-ion logam yang dapat dipertukarkan, biasanya alkali atau alkali tanah dan dapat mengikat molekul air (Setyowati, 2002). Secara empiris, rumus molekul zeolit adalah sebagai berikut :



Dimana M : kation alkali / alkali tanah
 n : valensi logam alkali / alkali tanah
 Z : jumlah molekul air yang terhidrat.
 x dan y : jumlah tetrahedron per unit sel

Zeolit merupakan kristal berongga yang terbentuk oleh jaringan silika alumina tetrahedral tiga dimensi dan mempunyai struktur yang relatif teratur dengan rongga yang di dalamnya terisi oleh logam alkali atau alkali tanah sebagai penyeimbang muatannya (Ismaryata, 1999).



Gambar 1. Tetrahedral alumina dan silika pada struktur zeolit (Las, 2004)

Sifat-sifat zeolit meliputi: dehidrasi, penukar ion, adsorpsi, katalis dan penyaringan / pemisahan (Amelia, 2003).

1. Agen Pendehidrasi

Zeolit akan mengurangi kelembapan ruang disekitarnya dengan mengadsorpsi molekul air dan melepaskan kembali molekul air yang diserap yang tersimpan di dalam kanal-kanal zeolit apabila dipanaskan.

2. Penukar ion

Pertukaran ion di dalam zeolit adalah proses dimana ion asli yang terdapat dalam intrakristalin diganti dengan kation lain dari larutan, karena adanya kation logam alkali dan alkali tanah.

3. Adsorpsi

Pada keadaan normal, dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air bebas yang berada di sekitar kation, apabila kristal zeolit dipanaskan pada suhu sekitar 300-400 °C, air tersebut akan keluar, sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan. Dehidrasi menyebabkan zeolit mempunyai struktur pori yang sangat terbuka, dan mempunyai luas permukaan internal yang luas sehingga mampu mengadsorpsi sejumlah besar substansi selain air.

4. Penyaringan / pemisahan

Zeolit dapat memisahkan molekul gas atau zat dari suatu campuran tertentu karena mempunyai rongga yang cukup besar antara 2-3 Å. Molekul yang berukuran lebih kecil dapat masuk ke dalam pori, sedangkan molekul yang berukuran lebih besar dari pori akan tertahan.

2.3 Mn-Zeolit Sebagai Adsorben

Saat ini, penggunaan mineral zeolit semakin meningkat, dari penggunaan dalam industri kecil hingga industri berskala besar. karena sifat-sifat yang dimiliki oleh zeolit. Zeolit yang terdapat secara alami, dapat dimodifikasi untuk ditingkatkan kualitasnya menjadi mineral industri (Zamroni dan Thamzil, 2000).

Pada penelitian ini akan membahas tentang potensi zeolit modifikasi seperti Mn-Zeolit untuk menurunkan kadar COD dan BOD pada air limbah industri farmasi. Menurut hasil penelitian Zamroni dan Thamzil (2000), zeolit yang telah direndam dalam KMnO_4 , kandungan Mn dalam zeolit tersebut

meningkat. Peningkatan jumlah Mn dalam zeolit menyebabkan kemampuan oksidasi zeolit juga meningkat. Hasil analisis kimia zeolit sebelum dan setelah direndam dalam KMnO_4 dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Analisis Kimia Zeolit Sebelum Direndam dalam KMnO_4

Oksida	(% W/W)	Mol/100 gr	Mol/ Al_2O_3
SiO_2	72,81	1,2117	8,67
Al_2O_3	14,25	0,1397	1,00
Fe_2O_3	1,46	0,0235	0,17
Na_2O	0,20	0,0021	0,02
K_2O	2,81	0,0500	0,36
CaO	2,36	0,0585	0,42
MgO	1,17	0,0073	0,05
MnO_2	0,07	0,0008	0,01
H_2O	4,89	0,3597	1,94

Sumber : (Zamroni dan Thamzil, 2000)

Tabel 3. Hasil Analisis Kimia Zeolit Setelah Direndam dalam KMnO_4

Oksida	(% W/W)	Mol/100 gr	Mol/ Al_2O_3
SiO_2	72,81	1,2117	8,67
Al_2O_3	14,25	0,1397	1,00
Fe_2O_3	1,46	0,0235	0,17
Na_2O	0,10	0,0011	0,15
K_2O	2,51	0,0450	-
CaO	2,16	0,0585	0,37
MgO	1,17	0,0073	0,05
MnO_2	0,65	0,0010	0,11
H_2O	4,89	0,3597	1,94

Sumber : (Zamroni dan Thamzil, 2000)

2.4 Kulit Kacang Tanah

Kulit kacang tanah, bagi sebagian orang mungkin tidak memiliki arti. Di berbagai pedesaan, kulit ini digunakan untuk bahan bakar, pakan ternak, obat tradisional atau dibuang begitu saja. Kulit kacang tanah mengandung selulosa (65,7%), karbohidrat (21,2%), protein (7,3 %), mineral (4,5 %) dan lemak (1,2 %) (Sari dan Umrotul, 2003).

Kulit kacang tanah mengandung lignin yaitu bahan penguat yang terdapat bersama-sama dengan selulosa di dalam dinding sel tumbuhan. Adanya ikatan-ikatan antara komponen-komponen tersebut dengan selulosa dapat mengganggu proses adsorpsi, agar tidak mengganggu proses adsorpsi, maka harus dihilangkan dengan penambahan reagen. Penggunaan beberapa reagen seperti H_2SO_4 , K_2S , $ZnCl_2$, dan H_3PO_4 dapat digunakan sebagai aktivator untuk merusak struktur selulosa dan lignin, sehingga pori yang diperoleh lebih optimum.

2.5 Arang Aktif Kulit Kacang Tanah

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara di dalam ruangan pemanasan, sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi.

Bahan baku yang berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon dapat dibuat menjadi arang aktif, antara lain: tulang, kayu lunak, sekam, tongkol jagung, tempurung kelapa, sabut kelapa, ampas penggilingan tebu, ampas pembuatan kertas, serbuk gergaji, kayu keras dan batubara (Sembiring dan Tuti, 2003).

Arang selain digunakan sebagai bahan bakar, juga dapat digunakan sebagai adsorben (penyerap). Daya serap ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi jika arang tersebut dilakukan aktivasi dengan aktivator bahan-bahan kimia ataupun dengan

pemanasan pada temperatur tinggi. Dengan demikian, arang akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia. Arang yang demikian disebut sebagai arang aktif.

Juliandini dan Yulinah (2008), pembuatan arang aktif berlangsung 3 tahap yaitu proses dehidrasi, proses karbonisasi dan proses aktivasi.

a. Proses Dehidrasi

Proses ini dilakukan dengan memanaskan bahan baku sampai suhu 105 °C selama 24 jam dengan tujuan untuk menguapkan seluruh kandungan air pada bahan baku.

b. Proses Karbonisasi

Proses karbonisasi adalah peristiwa pirolisis bahan dan akan terjadi proses dekomposisi komponen. Proses ini merupakan peristiwa lanjutan dari pemanasan bahan baku yang mencapai suhu 600-1100 °C. Selama proses ini, unsur-unsur bukan karbon seperti hidrogen dan oksigen dikeluarkan dalam bentuk gas dan atom yang terbebaskan membentuk kristal grafit. Proses karbonisasi akan menghasilkan 3 komponen pokok, yaitu karbon atau arang, tar, dan gas (CO₂, CO, CH₄, H₂, dll). Tahap karbonisasi akan menghasilkan karbon yang mempunyai struktur pori lemah. Oleh karena itu, arang masih memerlukan perbaikan struktur porinya melalui proses aktivasi.

c. Proses Aktivasi

Aktivasi adalah suatu perubahan fisika dan permukaan karbon aktif menjadi jauh lebih banyak, karena hidrokarbon yang terkandung dalam karbon disingkirkan. Untuk memperoleh arang yang berpori dan luas permukaan

yang besar, dapat diperoleh dengan cara mengaktivasi bahan. Ada dua cara dalam melakukan proses aktivasi yaitu:

i. Aktivasi Fisika (*Vapor Adsorben Carbon*)

Proses aktivasi dilakukan dengan mengalirkan uap atau udara ke dalam reaktor pada suhu tinggi (800-1000°C). Proses ini harus mengontrol tinggi suhu dan besarnya uap atau udara yang dipakai sehingga dihasilkan karbon aktif dengan susunan karbon yang padat dan pori yang luas.

ii. Aktivasi Kimia (*Chemical Impregnating Agent*)

Metode ini dilakukan dengan cara merendam bahan baku pada bahan kimia (H_3PO_4 , $ZnCl_2$, $CaCl_2$, K_2S , HCl , H_2SO_4 , $NaCl$, Na_2CO_3) sebelum proses karbonisasi.

Pada penelitian ini sumber arang aktif berasal dari limbah pertanian yaitu kulit kacang tanah dan aktivator yang digunakan adalah $ZnCl_2$. Berdasarkan hasil penelitian Putranto dan Razif (2005), menggunakan arang aktif dari kulit biji mete yang diaktivasi dengan H_3PO_4 , $ZnCl_2$ dan $NaOH$ untuk menurunkan kadar fenol. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, penurunan fenol terbesar didapatkan oleh karbon aktif dengan aktivator $ZnCl_2$ yaitu sebesar 98,5%.

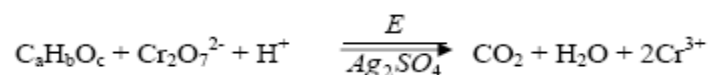
2.6 Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi komponen-komponen polutan (organik) dalam air dengan cara kimia, yaitu dengan menambahkan bahan kimia pengoksidasi pada polutan. Bahan kimia (oksidator) $K_2Cr_2O_7$, banyak digunakan sebagai

sumber oksigen dalam pengujian di laboratorium. Secara prinsip, sebagian besar zat organik akan dioksidasi oleh $K_2Cr_2O_7$ dalam keadaan asam mendidih, dan reaksi berlangsung selama ± 2 jam. Angka COD akan menjadi ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alami dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air.

Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 tentang baku mutu air limbah, kadar maksimum COD untuk air limbah industri farmasi sebesar 150 mg/l.

COD menunjukkan jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia baik yang dapat didegradasi secara biologis maupun yang sukar didegradasi. Bahan buangan organik tersebut akan dioksidasi oleh kalium bichromat yang digunakan sebagai sumber oksigen menjadi gas CO_2 dan gas H_2O serta sejumlah ion chrom. Reaksinya sebagai berikut :



Perak sulfat (Ag_2SO_4) ditambahkan sebagai katalisator untuk mempercepat reaksi, sedangkan merkuri sulfat ($HgSO_4$) ditambahkan untuk menghilangkan gangguan klorida yang pada umumnya ada di dalam air buangan.

Untuk memastikan bahwa hampir semua zat organik habis teroksidasi, maka zat pengoksidasi $K_2Cr_2O_7$ masih harus tersisa sesudah direfluks. $K_2Cr_2O_7$

yang tersisa menentukan berapa besar oksigen yang telah terpakai. Sisa $K_2Cr_2O_7$ tersebut ditentukan melalui titrasi dengan ferro ammonium sulfat (FAS). Reaksi yang berlangsung adalah sebagai berikut.



Indikator ferroin digunakan untuk menentukan titik akhir titrasi yaitu disaat warna larutan kuning keorangan berubah menjadi merah coklat. Sisa $K_2Cr_2O_7$ dalam larutan blanko adalah $K_2Cr_2O_7$ awal, karena diharapkan blanko tidak mengandung zat organik yang dioksidasi oleh $K_2Cr_2O_7$ (Alaerts dan Santika, 1984).

2.7 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Biochemical *Oxygen Demand* (BOD) merupakan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan atau mengoksidasi zat-zat organik dalam air. Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan penduduk dan industri (Alaert dan Santika, 1984).

Uji BOD ini, tidak dapat digunakan untuk mengukur jumlah bahan organik yang sebenarnya terdapat di dalam air, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah konsumsi oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi bahan organik tersebut sehingga bahan organik terurai menjadi CO_2 dan H_2O . Semakin banyak oksigen yang dikonsumsi, maka semakin banyak pula kandungan bahan-bahan organik di dalamnya (Kristanto, 2002).

Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 tentang baku mutu air limbah, kadar maksimum BOD untuk air limbah industri farmasi sebesar 75 mg/l.

Reaksi biologis pada tes BOD dilakukan pada temperatur inkubasi 20 °C dan dilakukan selama 5 hari, hingga mempunyai istilah yang lengkap BOD₅. Untuk memecahkan bahan-bahan organik tersebut secara sempurna pada suhu 20 °C, sebenarnya dibutuhkan waktu lebih dari 20 hari, tetapi untuk praktisnya diambil waktu lima hari sebagai standar. Inkubasi selama lima hari tersebut hanya dapat mengukur kira-kira 78 % dari total BOD (Sasongko, 1990). Waktu yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan – bahan organik pada suhu 20 °C dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Waktu yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan – bahan organik pada suhu 20 °C.

Waktu (hari)	Bahan Organik yang teroksidasi (%)	Waktu (hari)	Bahan Organik yang teroksidasi (%)
0.5	11	8.0	84
1.0	21	9.0	87
1.5	30	10.0	90
2.0	37	11.0	92
2.5	44	12.0	94
3.0	50	13.0	95
4.0	60	14.0	96
5.0	78	16.0	97
6.0	75	18.0	98
7.0	80	20.0	99

Sumber: Standard Methods for Examination of Water and Waste (1965)

(Sasongko, 1990)

Dalam praktik, untuk penentuan BOD, berdasarkan pada pemeriksaan oksigen terlarut (DO). Ada dua metode yang digunakan untuk analisis BOD

yaitu metode titrasi dengan cara Winkler dan metode elektrokimia dengan DO-meter. Metode elektrokimia yang pada prinsipnya menggunakan elektroda yang terdiri atas katoda Ag dan anoda Pb/Au yang terendam dalam larutan elektrolit (Alaert dan Santika, 1984).

Pengujian BOD menggunakan metode Winkler-Alkali Iodida Azida, adalah penetapan BOD yang dilakukan dengan cara mengukur berkurangnya kadar oksigen terlarut dalam sampel yang disimpan dalam botol tertutup rapat, diinkubasi selama 5 hari pada temperatur kamar. Dalam metode Winkler digunakan larutan pengencer $MgSO_4$, $FeCl_3$, $CaCl_2$ dan buffer fosfat. Kemudian, dilanjutkan dengan metode Alkali iodida azida yaitu dengan cara titrasi, dalam penetapan kadar oksigen terlarut digunakan pereaksi $MnSO_4$, H_2SO_4 , dan alkali iodida azida. Sampel dititrasi dengan natrium thiosulfat memakai indikator amilum (Alaerts dan Santika, 1984).

2.8 Proses Aerasi

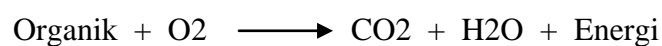
Secara umum, pengelolaan limbah dapat dilakukan dengan cara pengurangan sumber (*“source reduction”*), penggunaan kembali (*“reuse”*), pemanfaatan (*“recycling”*), dan pengolahan (*“treatment”*). Salah satu pengolahan limbah dengan *treatment* adalah dengan penambahan oksigen ke dalam air limbah (aerasi). Penambahan oksigen adalah salah satu usaha pengambilan zat pencemar yang tergantung di dalam air, sehingga konsentrasi zat pencemar akan berkurang. Zat yang diambil dapat berupa gas, cairan, ion, koloid atau bahan tercampur. Pada prakteknya terdapat dua cara untuk

menambahkan oksigen ke dalam air limbah yaitu dengan memasukkan udara ke dalam air limbah atau memaksa air ke atas untuk berkontak dengan oksigen (Arsawan dkk, 2007).

Salah satu kegunaan dari aerasi pada pengolahan air limbah adalah memberikan suplai oksigen pada proses pengolahan biologi secara aerobik. Pengaruh lamanya waktu pada proses aerasi akan mempengaruhi kemampuan mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik yang terdapat dalam air buangan. Semakin lama waktu yang diberikan pada proses aerasi, maka akan memberi kesempatan bagi mikroorganisme untuk tumbuh dan melakukan degradasi bahan organik (Droste, 1997).

Tingginya efisiensi yang dihasilkan oleh kedua unit juga dapat dipengaruhi oleh suplai oksigen yang diberikan sebagai sumber oksigen bagi mikroorganisme. Pada penelitian ini, aerasi dilakukan bertujuan untuk menjaga kontak dan debit unit juga dibantu dengan *bubble aerator*.

Pada prinsipnya, dengan adanya proses aerasi ini dapat menyebabkan kandungan oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*) pada air limbah meningkat. *Dissolved Oxygen* ini digunakan untuk mengoksidasi senyawa-senyawa organik yang ada pada air limbah dan menguraikannya menjadi CO₂ dan H₂O. Dimana menurut Fardiaz (1976), pada reaksi oksigen ini hampir semua zat yaitu sekitar 85% dapat teroksidasi menjadi CO₂ dan H₂O dalam suasana asam dengan reaksi sebagai berikut :



Dengan adanya proses penambahan kandungan oksigen pada proses aerasi, maka nilai konsentrasi COD dan BOD akan mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena adanya suplai oksigen yang dapat digunakan mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik tersebut.

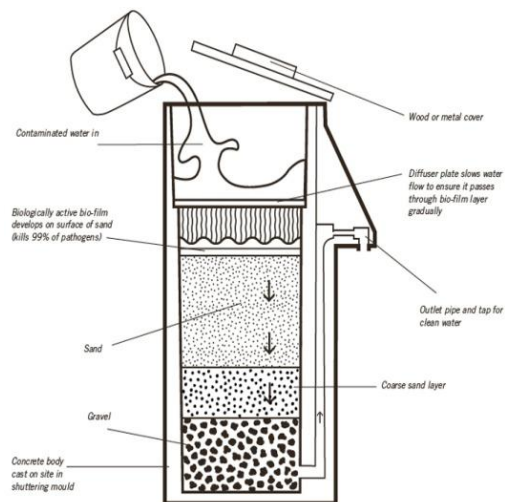
Berdasarkan penelitian Arsawan dkk (2007), penurunan kadar kandungan minyak, COD, BOD, TSS dan TDS pada waktu aerasi selama 48 jam yaitu sebesar 95%, 83%, 85%, 73%, 60%.

2.9 Biosand Filter

Biosand filter merupakan suatu proses penyaringan atau penjernihan air dimana air yang akan diolah dilewatkan pada suatu media proses dengan kecepatan rendah yang dipengaruhi oleh diameter butiran. Keuntungan teknologi ini selain murah, membutuhkan sedikit pemeliharaan dan beroperasi secara grafitasi. Faktor yang berperan penting dalam *Biosand filter* adalah ukuran butiran pasir dan ketinggian pasir (Sukawati, 2008).

Biosand filter yang merupakan pengembangan dari *Slow Sand Filter*, hanya saja pada *Biosand filter*, lapisan atas media filter dilakukan penumbuhan bakteri. *Biosand filter* dapat menghilangkan bakteri pathogen. Pada saat zat-zat padat melewati pasir dalam filter, zat-zat ini akan bertumbukan dan menyerap ke dalam partikel-partikel pasir. Bakteri dan zat padat yang terapung, mulai meningkat dalam kepadatan yang tinggi dilapisan pasir paling atas menuju *biofilm*.

Biosand filter terdiri atas 3 lapisan, yaitu kerikil, pasir kasar dan pasir halus. Ketinggian air pada *biosand filter* didesain 5 cm di atas lapisan pasir halus. Ketinggian 5 cm menjadi ketinggian optimum dari perpindahan pathogen. Jika tingkat air terlalu dangkal, lapisan *biofilm* dapat rusak oleh kecepatan datangnya air. Disisi lain, jika tingkatan air terlalu dalam, jumlahnya tidak cukup pada difusi O_2 pada *biofilm*. Ketika air yang terkontaminasi mikroorganismenya dimurnikan dengan *Biosand filter*, organisme pemangsa (predator) yang berada di lapisan *Biofilm* akan memakan pathogen-patogen yang ada (Ngai and Sophie, 2003).



Gambar 2 : Reaktor Biosand Filter

Reaktor biosand filter terdiri atas 3 komponen, yaitu pasir halus pada lapisan atas, pasir kasar pada lapisan tengah dan kerikil pada lapisan bawah. Pada penelitian ini, lapisan atas, yaitu pasir halus akan diganti dengan Mn-Zeolit dan arang aktif kulit kacang tanah dengan berbagai komposisi ketinggian untuk mengetahui pengaruhnya terhadap penurunan kadar COD dan BOD air limbah industri farmasi.

2.10 Pembersihan Biosand Filter

Pasir didalam *Biosand filter* membutuhkan pembersihan periodik. Umumnya karena lapisan *biofilm* dalam *Biosand filter* terus terakumulasi dan tumbuhan hingga tekanan akan aliran hilang karena lapisan *biofilm* menjadi berlebihan. Lapisan *biofilm* dalam *Biosand filter* dan saringan pasir lambat biasanya dibersihkan setiap 1 hingga 3 bulan tergantung pada level kekeruhan. Tetapi, selama kekeruhan begitu tinggi dimana pasir membutuhkan pembersihan setiap 2 minggu atau bahkan sesering mungkin. Selain kekeruhan, jumlah pembersihan tergantung pada distribusi partikel, kualitas air yang masuk dan temperatur air.

Pembersihan filter untuk *Biosand filter* jauh lebih sederhana dibandingkan filter yang lain, yaitu *Biosand filter* tidak perlu dikeringkan. Saat tingkat filtrasi menurun drastis, menunjukkan bahwa *Biosand filter* perlu dibersihkan, karena jika ada kekeruhan yang banyak, akan terjadi kemacetan pada *Biosand filter*. Pembersihan kondisi turbiditas normal hanya dengan cara memecah lapisan *biofilm* dengan cara mengaduk secara perlahan-lahan air di atas lapisan *biofilm*. Oleh sebab itu, kedalaman air 5 cm cukup penting untuk efisiensi *BSF* yang mana alasan utamanya adalah untuk mencegah pasir dari kekeringan di lapisan atas.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Populasi dan Sampel

Populasi adalah keseluruhan objek penelitian, sedangkan sampel adalah sebagian atau wakil populasi yang diteliti (Arikunto, 1998). Populasi dalam penelitian ini adalah air limbah industri farmasi di Semarang. Sampel yang digunakan adalah air limbah industri farmasi di Semarang.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini meliputi variabel bebas, terikat, dan terkendali.

a. Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah tinggi Mn-Zeolit dan arang aktif kulit kacang tanah, tinggi komponen reaktor biosand filter (pasir kasar dan kerikil) dan tinggi reaktor biosand filter menggunakan Mn-Zeolit dan arang aktif kulit kacang tanah.

b. Variabel terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah penurunan kadar COD dan BOD air limbah industri farmasi.

c. Variabel terkendali

Variabel terkendali dalam penelitian ini adalah ukuran Mn-Zeolit dan arang aktif kulit kacang tanah.

3.3 Alat dan Bahan

1) Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Seperangkat alat Biosand Filter; aerator/pompa udara; klin drum; Heater (THERMOLYNE MIRAK TM); Inkubator (LIEBHERR AQUA LYTIC) labu Erlenmeyer 250 mL (Iwaki Pyrex); beakerglass 250 mL (Iwaki Pyrex); labu takar 10, 20, 25, 100 & 1000 mL (Iwaki Pyrex); pipet volume 2, 5, 10, 25 mL (Iwaki Pyrex); buret 25, 50 mL (Iwaki Pyrex); labu ukur 1000 ml (Iwaki Pyrex); neraca analitik (Ohaus SN C225021108 USA ketelitian 0,0001); grinder; ayakan; corong buchner; oven pemanas; furnace; desikator; botol BOD 100 ml.

2) Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a) Zeolit yang telah diaktivasi dengan larutan KMnO_4 dan kulit kacang tanah yang diaktivasi dengan larutan ZnCl_2
- b) Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan KMnO_4 0,1 M; ZnCl_2 ; $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ($M_r = 294,216$ g/mol; merek = E. Merck); Ag_2SO_4 ($M_r = 311,79$ g/mol; merek = E. Merck); HgSO_4 ($M_r = 296,65$ g/mol; merek = E. Merck); Ferro ammonium sulfat ($M_r = 390,00$ g/mol; merek = E. Merck); indikator ferroin; indikator universal, $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ($M_r = 168,604$ g/mol; merek = E. Merck); H_2SO_4 97% ($\rho = 1,84$ kg/L; $M_r = 98,08$ g/mol; merek = E. Merck); Alkali iodide azida, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ($M_r = 248,21$ g/mol; merek =

E. Merck); NaOH (Mr = 40,00 g/mol; merek = E. Merck); KH_2PO_4 ;
 K_2HPO_4 ; $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; NH_4Cl ; CaCl_2 ; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$;
 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; NaI; amilum; akuades.

c) Air limbah salah satu industri farmasi di Semarang.

3.4 Cara Kerja

3.4.1 Persiapan Bahan

1. Pembuatan Larutan *Buffer Phosphate* 0.00038 M

Melarutkan 8.5 gr KH_2PO_4 , 21.75 gr $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 33.4 gr $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan 1.7 gr NH_4Cl dengan aquades dalam labu ukur 1000 ml, kemudian mengencerkannya sampai tanda batas.

2. Pembuatan Larutan Kalsium Klorida 0.187 M

Melarutkan 27.5 gr $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dengan aquades dalam labu ukur 1000 ml, kemudian mengencerkannya sampai tanda batas.

3. Pembuatan Larutan Magnesium Sulfat 0.098 M

Melarutkan 22.5 gr $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dengan aquades dalam labu ukur 1000 ml, kemudian mengencerkannya sampai tanda batas.

4. Pembuatan Larutan Besi(III) Klorida 0.0009 M

Melarutkan 0.25 gr $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dengan aquades dalam labu ukur 1000 ml, kemudian mengencerkannya sampai tanda batas.

5. Pembuatan Larutan Sodium Thiosulfat 0.025 N

Melarutkan 6.205 gr $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dengan aquades dalam labu ukur 1000 ml, kemudian mengencerkannya sampai tanda batas.

Mengawetkan dengan menambahkan 5 ml chloroform atau 0.4 gr NaOH.

6. Pembuatan Larutan Kanji/ Amilum ($C_6H_{10}O_6$)_n

Menimbang 1 gr kanji, menambahkan 100 ml aquades kemudian dididihkan dengan pengadukan. Setelah dingin diencerkan hingga 200 ml.

7. Pembuatan Larutan Mangan Sulfat

Melarutkan 480 gr $MnSO_4 \cdot 4H_2O$ atau 400 gr $MnSO_4 \cdot 2H_2O$ atau 360 gr $MnSO_4 \cdot H_2O$ dengan aquades dalam labu ukur 1000 ml, kemudian mengencerkannya sampai tanda batas.

8. Pembuatan Larutan Alkali Iodida Azida

Melarutkan 500 gr NaOH (700 gr KOH) dan 135 gr NaI (150 gr KI) dengan aquades dalam labu ukur 1000 ml, kemudian mengencerkannya sampai tanda batas.

9. Pembuatan Larutan Standar Besi(II) Ammonium Sulfat 0,1 N

Melarutkan 39 gram FAS di dalam 500 ml aquadest, kemudian menambahkan 20 ml H_2SO_4 pekat, mendinginkan larutan dengan cara merendam labu ukur di dalam air mengalir, memasukkannya ke dalam labu ukur 1000 ml, menambahkan aquadest sampai tepat 1 liter.

10. Pembuatan Larutan Kalium Dikromat 0,25 N

Melarutkan 12,259 gram $K_2Cr_2O_7$ p.a. (pure analysis) yang telah dikeringkan dalam oven ± 105 °C selama 2 jam dan didinginkan

dalam desikator untuk menghilangkan kelembapan dan menambahkan aquadest sampai tepat 1000 ml.

3.4.2 Preparasi Awal Zeolit

Membersihkan Zeolit dari kotoran dan batuan-batuan lainnya, kemudian dikeringkan dengan panas sinar matahari. Menghaluskan Zeolit dan mengayaknya untuk mendapatkan ukuran partikel zeolit 25 mesh. Memurnikan Zeolit dengan cara merefluks dengan air demineralisasi selama 24 jam untuk mendapatkan zeolit bersih dari pengotor.

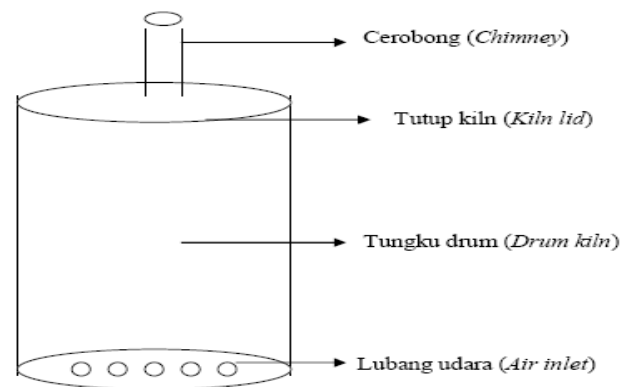
3.4.3 Pembuatan Mn-Zeolit

Merendam 200 gram Zeolit ke dalam 200 ml larutan KMnO_4 0,1 M selama 24 jam. Setelah merendam zeolit dalam larutan KMnO_4 , kemudian mencuci zeolit dengan air demineralisasi sampai bersih dari larutan KMnO_4 . Zeolit yang sudah bersih merupakan material Mn-Zeolit. Mn-Zeolit yang telah dibuat, dipanaskan pada suhu $100\text{ }^\circ\text{C}$ sampai kering, maka akan diperoleh Mn-Zeolit teraktivasi.

3.4.4 Pembuatan Arang Dari Kulit Kacang Tanah

Mengarangkan kulit kacang tanah dalam kiln drum (Gambar 3). yang terbuat dari drum bekas pakai. Kiln drum dimodifikasi terdiri dari empat bagian yaitu badan drum yang dibuka salah satu ujungnya, tutup kiln atas, cerobong dan lubang-lubang udara pada bagian bawah drum, lubang udara pada bagian bawah drum juga berfungsi sebagai tempat pembakaran pertama. Memotong kecil-kecil kulit kacang tanah,

kemudian memasukkannya ke dalam kiln drum, selanjutnya membakarnya melalui bagian lubang udara dengan bantuan umpan ranting kayu. Sesudah bahan baku menyala dan diperkirakan tidak akan padam, maka menutup lubang udara kiln dan memasang cerobong asap. Pengarangan dianggap selesai apabila asap yang keluar dari cerobong menipis dan berwarna kebiru-biruan, selanjutnya kiln didinginkan selama 24 jam.



Gambar 3. Tungku arang dari drum minyak yang telah dimodifikasi

3.4.5 Aktivasi Arang Kulit Kacang Tanah

1. Preparasi Material Dasar

Menggerus arang kulit kacang tanah dan mengayaknya, kemudian menampung serbuknya yang lolos 25 mesh.

2. Aktivasi

Merendam serbuk arang kulit kacang tanah dalam larutan ZnCl_2 5% selama 30 menit, kemudian mengeringkannya dalam oven selama 1 jam pada suhu 105°C .

3. Karbonasi

Memasukkan serbuk arang kulit kacang tanah yang telah kering ke dalam cawan penguap yang bertutup dan memanaskannya dalam furnace selama 1 jam pada temperatur 550 °C

4. Perlakuan Akhir

Mencuci serbuk arang kulit kacang tanah yang telah diaktivasi dengan HCl 10 % dan aquades secara bergantian sampai air pembilas netral (pH sekitar 7), kemudian mengeringkannya dengan cawan penguap di dalam oven selama 12 jam pada temperature 105 °C (Sudrajat, 1991)

3.5 Menentukan Kadar COD dan BOD Berdasarkan Ketinggian Mn-Zeolit dan Arang Aktif Kulit Kacang Tanah

- a. Sampel diaerasi selama 48 jam menggunakan bubble aerator
- b. Mengalirkan sampel yang telah diaerasi menuju ke bak pengendapan
- c. Mengendapkannya selama 24 jam
- d. Mengalirkan sampel yang berada dalam bak pengendapan ke dalam reaktor biosand filter
- e. Menampung filtrat yang telah melewati reaktor biosand filter
- f. Mengukur kadar COD dan BOD filtrat

Persiapan reaktor biosand filter ditinjau dari ketinggian Mn-Zeolit dan kacang Arang aktif kulit tanah dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Ketinggian Mn-Zeolit dan Arang Aktif Kulit Kacang Tanah

Biosand Filter	Ketinggian Reaktor Biosand Filter	
	Mn-Zeolit (cm)	Arang Aktif Kulit Kacang Tanah (cm)
Biosand Filter 1	5	5
Biosand Filter 2	10	10
Biosand Filter 3	15	15
Biosand Filter 4	20	20

3.6 Menentukan Kadar COD dan BOD Berdasarkan Ketinggian Reaktor

Biosand Filter (Pasir Kasar dan Kerikil)

- Sampel diaerasi selama 48 jam menggunakan bubble aerator
- Mengalirkan sampel yang telah diaerasi menuju ke bak pengendapan
- Mengendapkannya selama 24 jam
- Mengalirkan sampel yang berada dalam bak pengendapan ke dalam reaktor biosand filter
- Menampung filtrat yang telah melewati reaktor biosand filter
- Mengukur kadar COD dan BOD filtrat

Persiapan reaktor biosand filter ditinjau dari ketinggian pasir kasar dan kerikil dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Ketinggian Reaktor Biosand Filter Tanpa Menggunakan Mn-Zeolit dan Arang Aktif Kulit Kacang Tanah

Biosand Filter	Pasir Kasar (cm)	Kerikil (cm)
Biosand Filter 1	15	5
Biosand Filter 2	25	5
Biosand Filter 3	35	5

3.7 Menentukan Kadar COD dan BOD Berdasarkan Ketinggian Reaktor

Biosand Filter Menggunakan Mn-Zeolit dan Arang Aktif Kulit Kacang Tanah

- Sampel diaerasi selama 48 jam menggunakan bubble aerator
- Mengalirkan sampel yang telah diaerasi menuju ke bak pengendapan
- Mengendapkannya selama 24 jam
- Mengalirkan sampel yang berada dalam bak pengendapan ke dalam reaktor biosand filter
- Menampung filtrat yang telah melewati reaktor biosand filter
- Mengukur kadar COD dan BOD filtrat

Persiapan reaktor biosand filter ditinjau dari ketinggian Mn-Zeolit-pasir kasar-kerikil dan kacang Arang aktif kulit tanah-pasir kasar-kerikil dapat dilihat pada Tabel 3.3 dan 3.4

Tabel 3.3. Ketinggian Media Mn-Zeolit-Biosand Filter

Biosand Filter	Mn-Zeolit (cm)	Pasir Kasar (cm)	Kerikil (cm)
Biosand Filter 1	50	15	5
Biosand Filter 2	40	25	5
Biosand Filter 3	30	35	5

Tabel 3.4. Ketinggian Media Arang Aktif Kulit Kacang Tanah-Biosand Filter

Biosand Filter	Arang Aktif Kulit kacang tanah (cm)	Pasir Kasar (cm)	Kerikil (cm)
Biosand Filter 1	50	15	5
Biosand Filter 2	40	25	5
Biosand Filter 3	30	35	5

3.8 Analisis Kadar COD dan BOD Hasil Penelitian

3.8.1 Analisis COD dengan Metode Refluks Tertutup

- a. Memipet sampel sebanyak 10 ml dengan pipet volume dan memasukkannya ke dalam labu Erlenmeyer
- b. Menambahkan 0.2 gram HgSO_4 kristal
- c. Menambahkan 15 ml H_2SO_4 pekat
- d. Menambahkan 5 ml $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0.25 N
- e. Apabila setelah penambahan HgSO_4 kristal, H_2SO_4 pekat, dan larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,25 N timbul warna hijau, maka harus dilakukan pengenceran.
- f. Merefluks sampel selama 2 jam pada suhu ± 150 °C, kemudian mendinginkannya
- g. Setelah dingin, menambahkan 3 tetes indikator ferroin
- h. Menitrasi sampel tersebut dengan larutan Ferro Ammonium Sulfat (FAS) 0.1 N, warna akan berubah dari kuning kehijauan menjadi merah bata
- i. Mencatat volume Ferro Ammonium Sulfat (FAS)
- j. Menghitung kadar COD nya

3.8.2 Analisis BOD dengan Metode Titrasi Winkler

- a) Persiapan air pengencer
 1. Mengambil 1 liter air destilasi dan menempatkannya ke dalam gelas kimia 2 liter

2. Menambahkan 1 ml larutan buffer phosphate, $MgSO_4$, $CaCl_2$ dan $FeCl_3$
3. Menjenuhkan campuran tersebut dengan oksigen, dengan menggunakan aerator selama 15 menit.
4. Menetralkan contoh dengan larutan asam/ basa 1 N.
5. menghitung kenormalan larutan baku thiosulfat 0,025 N dengan tahapan sebagai berikut :
 - a. Memipet 5 ml larutan KIO_3
 - b. Menambahkan 2 gr KI (Kristal) atau KI sebanyak 5 ml
 - c. Menambahkan 2.5 ml HCl 6 N, warna akan berubah menjadi warna coklat
 - d. menitrasi dengan larutan thiosulfat sampai warna menjadi jernih.
 - e. Mencatat volume thio
 - f. Menghitung kenormalan larutan thio dengan rumus sbb :

$$N \text{ thio} = \frac{\text{mg } KIO_3 \times \text{equivalen } KIO_3 \times \text{ml } KIO_3}{\text{BM } KIO_3 \times \text{ml thio} \quad 100 \text{ ml}}$$

- b) Pengujian kadar BOD, dengan tahapan sebagai berikut :
 1. Mengencerkan contoh sesuai perkiraan nilai BOD dan masukan ke dalam botol BOD 100 ml sebanyak 2 botol (Satu botol dieramkan selama 5 hari).
 2. Menambahkan masing-masing 1 ml $MnSO_4$ dan 1 ml alkali iodida azida, membiarkannya sampai terjadi endapan.

3. Setelah mengendap, menambahkan 1 ml H_2SO_4 dan menggojok supaya homogen
4. Mengambil contoh 50 ml untuk ditirasi
5. Menambahkan 2 tetes indikator amilum, warna akan berubah menjadi biru
6. Menitrasi contoh tersebut dengan larutan natrium thiosulfat sampai bening
7. Mencatat volume thio
8. Menghitung kadar BOD nya

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perlakuan Awal Terhadap Kualitas Limbah Cair Farmasi

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini berupa limbah cair dari industri farmasi di daerah Semarang Barat pada bulan Mei 2013 jam 10.00 WIB. Sampel yang dianalisis berasal dari saluran OUTLET industri tersebut.

Sampel dianalisis berdasarkan macam dan sifat limbah tersebut. Umumnya digunakan analisis COD dan BOD. Hasil analisis awal kadar COD dan BOD limbah farmasi dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Analisis Awal Kadar COD dan BOD Limbah Farmasi

No	Volume Limbah (ml)	Kadar COD (mg/L)	Kadar BOD (mg/L)
1	10	128	69

Dari Tabel 4.1, dapat kita ketahui bahwa untuk perlakuan awal limbah farmasi, kadar COD sebesar 128 mg/L dan BOD sebesar 69 mg/L. Dari data ini, akan dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui penurunan kadar COD dan BOD menggunakan Mn-Zeolit/arang aktif kulit kacang tanah, pasir kasar dan kerikil, Mn-Zeolit-biosand filter dan arang aktif kulit kacang tanah-biosand filter.

4.2. Aktivasi Zeolit

Pada penelitian ini, zeolit direndam dalam larutan KMO_4 . Zeolit yang telah direndam dalam larutan $KMnO_4$, kandungan Mn dalam zeolit tersebut juga

meningkat. Peningkatan jumlah Mn dalam zeolit menyebabkan kemampuan oksidasi zeolit juga meningkat (Zamroni & Thamzil, 2000).

4.3. Arang Aktif Kulit Kacang Tanah

Pada penelitian ini, arang kulit kacang tanah diaktivasi menggunakan larutan $ZnCl_2$. Berdasarkan hasil penelitian Putranto dan Razif (2005), menggunakan arang aktif dari kulit biji mete yang diaktivasi dengan H_3PO_4 , $ZnCl_2$ dan NaOH untuk menurunkan kadar fenol. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, penurunan fenol terbesar didapatkan oleh karbon aktif dengan aktivator $ZnCl_2$ yaitu sebesar 98,5%.

4.4. Hasil Analisis Kadar COD Berdasarkan Ketinggian Mn-Zeolit

Pada penelitian ini akan mencari pengaruh ketinggian Mn-Zeolit dalam menurunkan kadar COD limbah farmasi. Hasil analisis kadar COD berdasarkan ketinggian Mn-Zeolit dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil analisis kadar COD berdasarkan ketinggian Mn-Zeolit

No	Reaktor Biosand Filter	Kadar COD (mg/L)	Penurunan COD (%)
	Mn-Zeolit (cm)		
1	5	98	28,13
2	10	87	32,03
3	15	78	39,06
4	20	72	43,75

Dari Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa semakin tinggi Mn-Zeolit dalam reaktor biosand filter, maka semakin besar Mn-Zeolit dalam mengadsorpsi zat-zat organik tersebut, sehingga kadar COD pada limbah farmasi juga akan

semakin kecil. Dari data di atas, Mn-Zeolit dengan ketinggian 20 cm dapat menurunkan kadar COD hingga 43,75%.

4.5. Hasil Analisis Kadar COD Berdasarkan Ketinggian Arang Aktif Kulit Kacang Tanah

Pada penelitian ini akan mencari pengaruh ketinggian arang aktif kulit kacang tanah dalam menurunkan kadar COD limbah farmasi. Hasil analisis kadar COD berdasarkan ketinggian arang aktif kulit kacang tanah dapat dilihat pada Tabel 4.3.

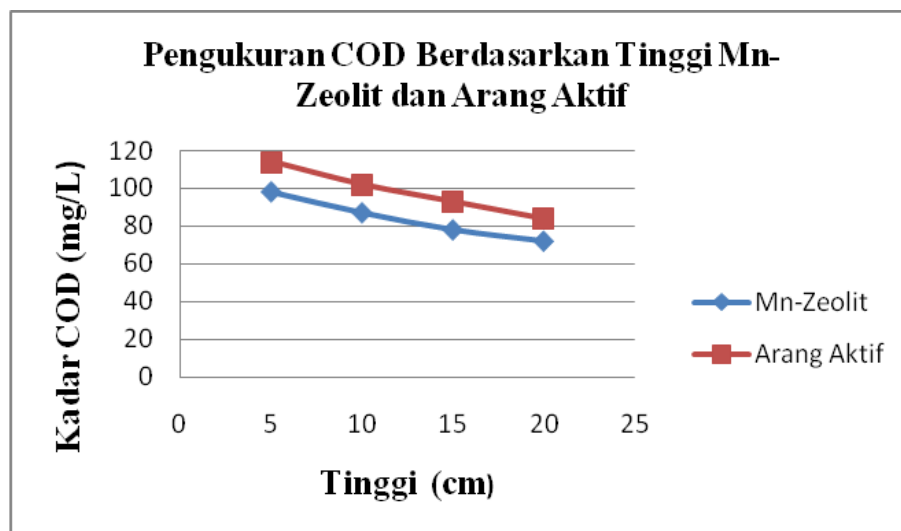
Tabel 4.3. Hasil analisis kadar COD berdasarkan ketinggian arang aktif kulit kacang tanah

No	Reaktor Biosand Filter	Kadar COD (mg/L)	Penurunan COD (%)
	Arang Aktif KulitKacang Tanah (cm)		
1	5	114	10,94
2	10	102	20,32
3	15	93	27,34
4	20	84	34,38

Dari Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa semakin tinggi arang aktif dalam biosand filter, maka semakin besar arang aktif dalam mengadsorbsi zat-zat organik tersebut, sehingga kadar COD pada limbah farmasi juga akan semakin kecil. Dari data di atas, arang aktif kulit kacang tanah dengan ketinggian 20 cm dapat menurunkan kadar COD hingga 34,38%.

4.6. Hasil Analisis Kadar COD Berdasarkan Ketinggian Mn-Zeolit dan Arang Aktif Kulit Kacang Tanah

Pada penelitian ini akan membandingkan ketinggian antara Mn-Zeolit dan Arang aktif dalam menurunkan kadar COD limbah farmasi. Perbandingan ketinggian tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kurva hubungan antara tinggi Mn-Zeolit/Arang Aktif dengan COD

Akibat dari terjadinya adsorpsi zat-zat organik oleh Mn-Zeolit maupun arang aktif, senyawa-senyawa organik dalam limbah farmasi akan berkurang, sehingga banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik menjadi lebih sedikit.

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa Mn-Zeolit mempunyai kemampuan menurunkan kadar COD lebih besar daripada arang aktif kulit kacang tanah. Hal ini disebabkan karena zeolit yang telah direndam dalam larutan KMnO_4 , kandungan Mn dalam Zeolit juga meningkat. Peningkatan Mn dalam zeolit menyebabkan kemampuan oksidasi zeolit juga meningkat.

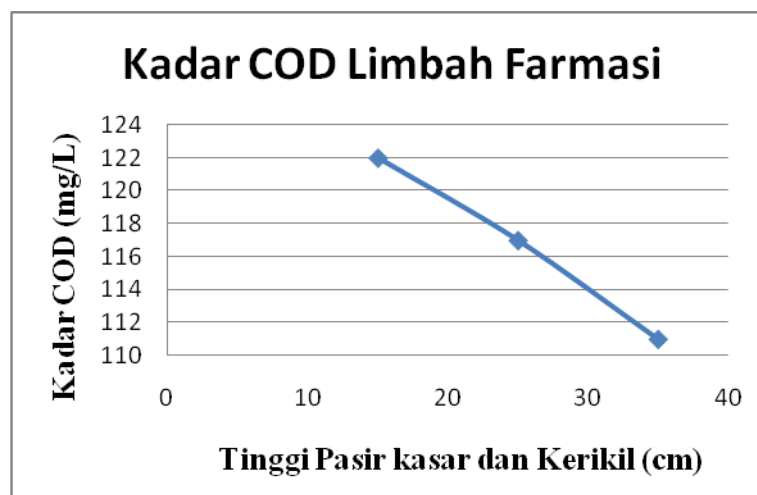
4.7. Hasil Analisis Kadar COD Menggunakan Reaktor Biosand Filter

Berdasarkan Ketinggian Pasir Kasar dan Kerikil

Pada penelitian ini akan mencari pengaruh ketinggian pasir kasar dan kerikil dalam menurunkan kadar COD limbah farmasi. Hasil analisis kadar COD berdasarkan ketinggian pasir kasar dan kerikil dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil analisis kadar COD berdasarkan ketinggian pasir kasar dan kerikil

No	Reaktor Biosand Filter		Kadar COD (mg/L)	Penurunan COD (%)
	Pasir Kasar (cm)	Kerikil (cm)		
1	15	5	122	4,68
2	25	5	117	8,59
3	35	5	111	13,28



Gambar 5. Kurva hubungan tinggi pasir kasar dan kerikil dengan kadar COD limbah farmasi

Dari Tabel 4.4, apabila dibandingkan dengan tabel 4.2 dan 4.3, penurunan kadar COD hanya 13.28 %, hal ini disebabkan karena komponen pada biosand filter yaitu pasir kasar dan kerikil hanya bersifat sebagai sedimentasi, sehingga

filtrat yang keluar lebih jernih. Sedangkan pada Mn-Zeolit ataupun arang aktif, terjadi adsorpsi. Senyawa-senyawa organik pada limbah farmasi akan teradsorpsi pada pori-pori adsorben, sehingga banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik menjadi lebih sedikit dan kadar COD nya rendah.

4.8. Hasil Analisis Kadar COD Menggunakan Mn-Zeolit-Biosand Filter

Pada penelitian ini akan mencari pengaruh ketinggian pasir kasar, kerikil dan Mn-Zeolit dalam menurunkan kadar COD limbah farmasi. Hasil analisis kadar COD berdasarkan ketinggian pasir kasar dan kerikil dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil analisis kadar COD menggunakan Mn-Zeolit-biosand filter

No	Reaktor Biosand Filter			Kadar COD (mg/L)	Penurunan COD (%)
	Kerikil (cm)	Pasir Kasar (cm)	Mn-Zeolit (cm)		
1	5	35	30	68	46,87
2	5	25	40	60	53,13
3	5	15	50	53	58,59

Dari Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa biosand filter dengan pasir kasar 15 cm dan Mn-Zeolit 50 cm mempunyai kemampuan paling besar dalam menurunkan kadar COD yaitu hingga 58,59%. Hal ini dipengaruhi oleh tinggi Mn-Zeolit 50 cm. Semakin banyak adsorben dalam biosand filter maka semakin banyak zat-zat organik yang terperangkap dalam pori-pori adsorben, sehingga kadar COD nya rendah.

4.9. Hasil Analisis Kadar COD Menggunakan Arang Aktif Kulit Kacang Tanah -Biosand Filter

Pada penelitian ini akan mencari pengaruh ketinggian pasir kasar, kerikil dan arang aktif kulit kacang tanah dalam menurunkan kadar COD limbah farmasi. Hasil analisis kadar COD berdasarkan ketinggian pasir kasar dan kerikil dapat dilihat pada Tabel 4.6.

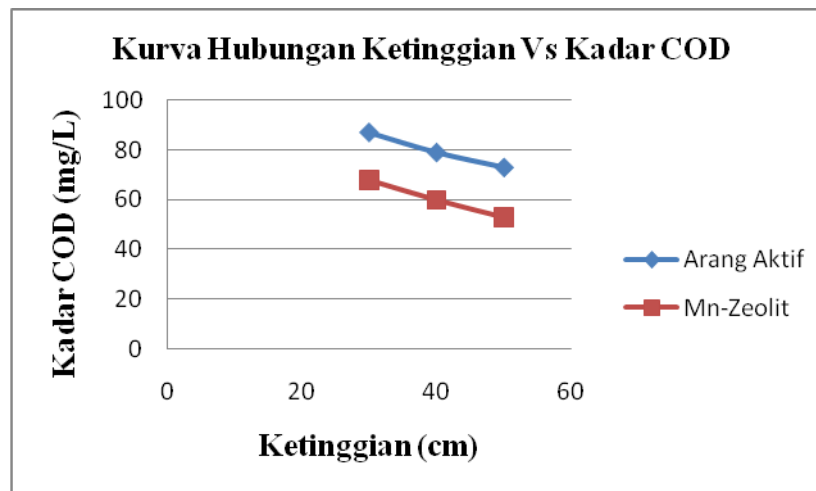
Tabel 4.6. Hasil analisis kadar COD menggunakan arang aktif-biosand filter

No	Reaktor Biosand Filter			Kadar COD (mg/L)	Penurunan COD (%)
	Kerikil (cm)	Pasir Kasar (cm)	Arang Aktif Kulit Kacang Tanah (cm)		
1	5	35	30	87	32,03
2	5	25	40	79	38,28
3	5	15	50	73	42,96

Dari Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa biosand filter dengan pasir kasar 15 cm dan arang aktif 50 cm mempunyai kemampuan paling besar dalam menurunkan kadar COD yaitu hingga 42,96%. Hal ini dipengaruhi oleh tinggi arang aktif 50 cm. Semakin banyak adsorben dalam biosand filter maka semakin banyak zat-zat organik yang terperangkap dalam pori-pori adsorben, sehingga kadar COD nya rendah.

4.10. Hasil Analisis Kadar COD Menggunakan Mn-Zeolit-Biosand Filter dan Arang Aktif Kulit Kacang Tanah -Biosand Filter

Pada penelitian ini akan membandingkan ketinggian antara Mn-Zeolit dan Arang aktif dalam menurunkan kadar COD limbah farmasi. Perbandingan ketinggian tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kurva hubungan antara ketinggian terhadap kadar COD limbah

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa Mn-Zeolit-biosand filter dapat menurunkan kadar COD lebih baik daripada arang aktif-biosand filter yaitu sebesar 58,59 %. Hal ini disebabkan karena kandungan Mn dalam Zeolit yang mengakibatkan kemampuan oksidasi zeolit juga meningkat.

4.11. Hasil Analisis Kadar BOD Berdasarkan Ketinggian Mn-Zeolit

Pada penelitian ini akan mencari pengaruh ketinggian Mn-Zeolit dalam menurunkan kadar BOD limbah farmasi. Hasil analisis kadar BOD berdasarkan ketinggian Mn-Zeolit dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Hasil analisis kadar BOD berdasarkan ketinggian Mn- Zeolit

No	Reaktor Biosand Filter	Kadar BOD (mg/L)	Penurunan BOD (%)
	Mn-Zeolit (cm)		
1	5	58	15,94
2	10	52	24,63
3	15	47	31,88
4	20	43	37,68

Dari Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa semakin tinggi Mn-Zeolit dalam reaktor biosand filter, maka semakin besar Mn-Zeolit dalam mengadsorpsi zat-

zat organik tersebut, sehingga kadar BOD pada limbah farmasi juga akan semakin kecil. Dari data di atas, Mn-Zeolit dengan ketinggian 20 cm dapat menurunkan kadar BOD hingga 37,68%.

4.12. Hasil Analisis Kadar BOD Berdasarkan Ketinggian Arang Aktif Kulit

Kacang Tanah

Pada penelitian ini akan mencari pengaruh ketinggian arang aktif kulit kacang tanah dalam menurunkan kadar BOD limbah farmasi. Hasil analisis kadar BOD berdasarkan ketinggian arang aktif kulit kacang tanah dapat dilihat pada Tabel 4.8.

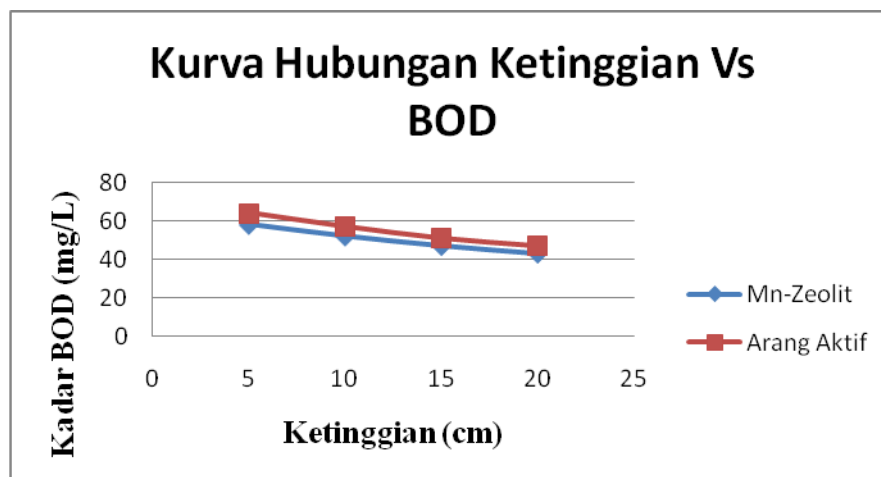
Tabel 4.8. Hasil pengukuran kadar BOD berdasarkan ketinggian arang aktif kulit kacang tanah

No	Reaktor Biosand Filter	Kadar BOD (mg/L)	Penurunan BOD (%)
	Arang Aktif KulitKacang Tanah (cm)		
1	5	64	7,25
2	10	57	17,39
3	15	51	26,08
4	20	47	31,88

Dari Tabel 4.8 dapat diketahui bahwa semakin tinggi arang aktif dalam biosand filter, maka semakin besar arang aktif dalam mengadsorbsi zat-zat organik tersebut, sehingga kadar BOD pada limbah farmasi juga akan semakin kecil. Dari data di atas, arang aktif kulit kacang tanah dengan ketinggian 20 cm mempunyai dapat menurunkan kadar BOD hingga 31,88%.

4.13. Hasil Analisis Kadar BOD Berdasarkan Ketinggian Mn-Zeolit dan Arang Aktif Kulit Kacang Tanah

Pada penelitian ini akan membandingkan ketinggian antara Mn-Zeolit dan Arang aktif dalam menurunkan kadar BOD limbah farmasi. Perbandingan ketinggian tersebut dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Kurva hubungan antara tinggi Mn-Zeolit/Arang Aktif terhadap BOD

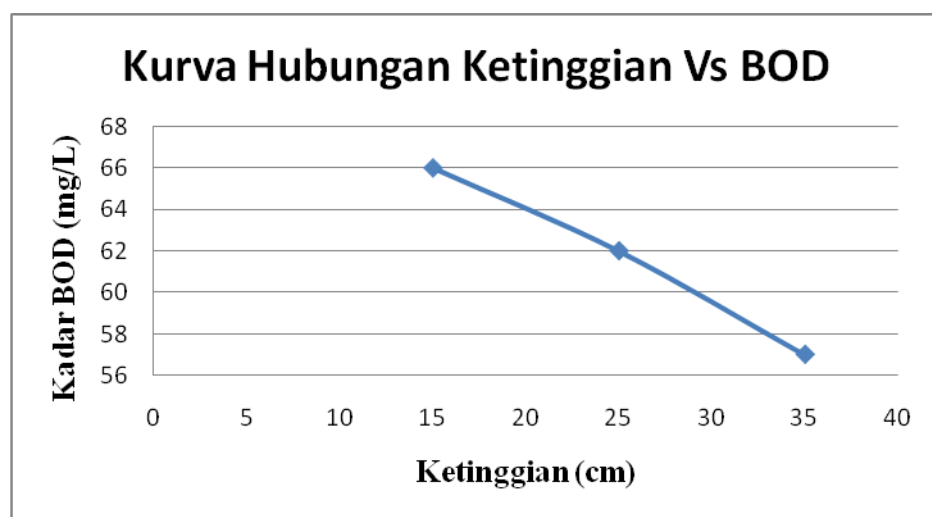
Dari Gambar 7, dapat dilihat bahwa Mn-Zeolit mempunyai kemampuan menurunkan kadar BOD lebih besar daripada arang aktif kulit kacang tanah. Hal ini disebabkan karena zeolit yang telah direndam dalam larutan KMnO_4 , kandungan Mn dalam Zeolit juga meningkat. Peningkatan Mn dalam zeolit menyebabkan kemampuan oksidasi zeolit juga meningkat.

4.14. Hasil Analisis Kadar BOD Menggunakan Reaktor Biosand Filter Berdasarkan Ketinggian Pasir Kasar dan Kerikil

Pada penelitian ini akan mencari pengaruh ketinggian pasir kasar dan kerikil dalam menurunkan kadar BOD limbah farmasi. Hasil analisis kadar BOD berdasarkan ketinggian pasir kasar dan kerikil dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Hasil analisis kadar BOD berdasarkan ketinggian pasir kasar dan kerikil

No	Reaktor Biosand Filter		Kadar BOD (mg/L)	Penurunan BOD (%)
	Pasir Kasar (cm)	Kerikil (cm)		
1	15	5	66	4,34
2	25	5	62	10,14
3	35	5	57	17,39



Gambar 8. Kurva hubungan tinggi pasir kasar dan kerikil terhadap BOD

Dari Tabel 4.9 penurunan kadar BOD hanya 17.39 %, hal ini disebabkan karena komponen pada biosand filter yaitu pasir kasar dan kerikil hanya bersifat sebagai sedimentasi, sehingga filtrat yang keluar lebih jernih. Sedangkan pada Mn-Zeolit ataupun arang aktif, terjadi adsorpsi. Senyawa-senyawa organik pada limbah farmasi akan teradsorpsi pada pori-pori adsorben, sehingga banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik menjadi lebih sedikit dan kadar COD nya rendah.

4.15. Hasil Analisis Kadar BOD Menggunakan Mn-Zeolit-Biosand Filter

Pada penelitian ini akan mencari pengaruh ketinggian pasir kasar, kerikil dan Mn-Zeolit dalam menurunkan kadar BOD limbah farmasi. Hasil analisis kadar COD berdasarkan ketinggian pasir kasar dan kerikil dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Hasil analisis kadar BOD menggunakan Mn-Zeolit-biosand filter

No	Reaktor Biosand Filter			Kadar BOD (mg/L)	Penurunan BOD (%)
	Kerikil (cm)	Pasir Kasar (cm)	Mn-Zeolit (cm)		
1	5	35	30	47	31,88
2	5	25	40	41	40,57
3	5	15	50	36	43,47

Dari Tabel 4.10, dapat dilihat bahwa biosand filter dengan pasir kasar 15 cm dan Mn-Zeolit 50 cm mempunyai kemampuan paling besar dalam menurunkan kadar BOD yaitu hingga 43,47%. Hal ini dipengaruhi oleh tinggi Mn-Zeolit 50 cm. Semakin banyak adsorben dalam biosand filter maka semakin banyak zat-zat organik yang terperangkap dalam pori-pori adsorben, sehingga kadar BOD nya rendah.

4.16. Hasil Analisis Kadar BOD Menggunakan Arang Aktif Kulit Kacang Tanah -Biosand Filter

Pada penelitian ini akan mencari pengaruh ketinggian pasir kasar, kerikil dan arang aktif kulit kacang tanah dalam menurunkan kadar BOD limbah farmasi. Hasil analisis kadar BOD berdasarkan ketinggian pasir kasar dan kerikil dapat dilihat pada Tabel 4.11.

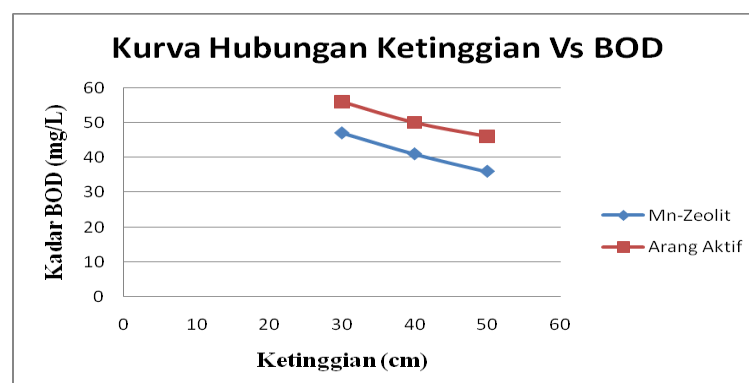
Tabel 4.11. Hasil analisis kadar BOD menggunakan arang aktif-biosand filter

No	Reaktor Biosand Filter			Kadar BOD (mg/L)	Penurunan BOD (%)
	Kerikil (cm)	Pasir Kasar (cm)	Arang Aktif Kulit Kacang Tanah (cm)		
1	5	35	30	56	18,84
2	5	25	40	50	27,53
3	5	15	50	46	33,33

Dari Tabel 4.11, dapat dilihat bahwa biosand filter dengan pasir kasar 15 cm dan arang aktif 50 cm mempunyai kemampuan paling besar dalam menurunkan kadar BOD yaitu hingga 33,33%. Hal ini dipengaruhi oleh tinggi arang aktif 50 cm. Semakin banyak adsorben dalam biosand filter maka semakin banyak zat-zat organik yang terperangkap dalam pori-pori adsorben, sehingga kadar BOD nya rendah.

4.17. Hasil Analisis Kadar BOD Menggunakan Mn-Zeolit-Biosand Filter dan Arang Aktif Kulit Kacang Tanah -Biosand Filter

Pada penelitian ini akan membandingkan ketinggian antara Mn-Zeolit dan Arang aktif dalam menurunkan kadar BOD limbah farmasi. Perbandingan ketinggian tersebut dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Kurva hubungan antara ketinggian terhadap kadar COD limbah

Dari Gambar 9, dapat dilihat bahwa Mn-Zeolit-biosand filter dapat menurunkan kadar BOD lebih baik daripada arang aktif-biosand filter yaitu sebesar 43,47 %. Hal ini disebabkan karena kandungan Mn dalam Zeolit yang mengakibatkan kemampuan oksidasi zeolit juga meningkat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Penurunan kadar COD dan BOD menggunakan pasir kasar dan kerikil sebesar 13,28 % untuk COD dan 17,39 % untuk BOD.
2. Penurunan kadar COD dan BOD menggunakan Mn-Zeolit sebesar 43,75 % untuk COD dan 37,68 % untuk BOD. Sedangkan untuk arang aktif kulit Kacang tanah terjadi penurunan kadar COD sebesar 34,38 % dan BOD sebesar 31,88 %.
3. Penurunan kadar COD dan BOD menggunakan Mn-Zeolit-biosand filter kadar COD sebesar 58,59 % dan BOD sebesar 43,47 %. Arang aktif kulit kacang tanah-biosand filter penuruna kadar COD sebesar 42,96 % dan BOD sebesar 33,33%.

5.2 Saran

1. Perlu adanya desain alat yang lebih baik serta persiapan alat yang lebih baik, sehingga unit BSF dapat digunakan dengan optimal.
2. Disarankan pula sebaiknya dilakukan penelitian tentang pengaruh ukuran butiran terhadap efektivitas unit BSF
3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan zeolit dan arang dengan variasi yang berbeda dan diaktivasi dengan larutan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G., dan Santika Sri Simestri. 1984. *Metode Penelitian Air*. Surabaya : Usaha Nasional
- Amelia, Rizki. 2003. Pengaruh Konsentrasi Molekul Pengarah Terhadap Kristalinitas dan Komposisi Mineral Zeolit Pada Modifikasi Zeolit Alam Wonosari. *Skripsi*. Semarang: UNDIP
- Arikunto, Suharsimi. 1998. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Edisi Revisi IV. Yogyakarta: Rineka Cipta
- Arsawan, Made dkk. 2007. Pemanfaatan Metode Aerasi Dalam Pengolahan Limbah Berminyak. Bali : Politeknik Negeri Bali. Vol. 2, No. 2, 2007, ISSN 1907-5626
- Droste, R. L. 1997. *Theory and Practice Of Water and Wastewater Treatment*, John Wiley & Sons, Inc. United State Of America.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius. Yogyakarta.
- Ibrahim, Slamet S. 2008. Pengelolaan Limbah Industri Farmasi. *Artikel*. Bandung: ITB
- Ismaryata. 1999. *The Study of Acidic Washing Temperature and Calcination Effects on Modification Process of Natural Zeolite as an Anion Exchanger*. *Laporan Penelitian*. Semarang: UNDIP
- Juliandini, Fithrianita dan Yulinah Trihadiningrum. 2008. Uji Kemampuan Karbon Aktif Dari Limbah Kayu Dalam Sampah Kota Untuk Penyisihan Fenol. *Laporan Penelitian*. Surabaya : ITS. ISBN : 978-979-99735-4-2
- Kristanto, Philip. 2002. *EKOLOGI INDUSTRI*. Jogjakarta: ANDI Yogyakarta
- Las, Thamzil. 2004. *Potensi Zeolit untuk Mengolah Limbah Industri dan Radioaktif*. *Laporan Penelitian*. Pusat Pengembangan Pengelolaan Limbah Radioaktif
- Ngai, Tommy and Sophie. 2003. *The Arsenic Biosand Filter (ABF) Desaign of An Appropriate Household Drinking Water Filter for Rural Nepal*. Nepal

Peraturan Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah. 2004. Semarang: BLH

Putranto, Ari Dwi dan Razif. 2005. Pemanfaatan Kulit Biji Mete Untuk Arang Aktif Sebagai Adsorben Terhadap Penurunan Parameter Phenol. *Jurnal Purifikasi*. Surabaya : ITS. Vol. 6 (1)

Saputra, Rhodie. 2006. Pemanfaatan Zeolit Sintesis Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Industri. *Jurnal*. Medan: USU

Sari, Ika Puspita, Umrotul Maimunah. 2003. Uji Efek Hipoglikemik Infus Kulit Kacang Tanah (*Arachis Hypogea L*) Pada Tikus Putih Jantan (Wistar) yang Dibebani Glukosa. Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat-UGM Yogyakarta.

Sasongko, Setia B. 1990. *Beberapa Parameter Kimia Sebagai Analisis Air*. Edisi Keempat. Semarang: Reaktor

Sembiring, Meilita T., dan Tuti Sarma S. 2003. *Arang aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Medan : Universitas Sumatera Utara

Setyowati, Penny. 2002. Zeolit Sebagai Bahan Pengisi Pada Kompon Karet Ditinjau Dari Sifat Fisika Vulkanisatnya, *Majalah Barang Kulit, Karet dan Plastik*. Yogyakarta. Vol. VIII (2)

Sudrajat, E.B. 1991. Aktivasi Arang Tempurung Kelapa Dengan Menggunakan Seng Klorida. Bandung : Puslitbang Telkoma-LIPI. Jilid XIV (1)

Sukawati, T. A. 2008. Penurunan Konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) Pada Air Limbah Laundry Dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter Diikuti Reaktor Activated Carbon. *Skripsi*. Progam Sarjana UIL. Yogyakarta

Zamroni, Husen dan Thamzil Las. 2000. Pembuatan Mn-Zeolit Untuk Penyerapan Limbah Radioaktif Sr-90 dan Limbah Fe. *Laporan Penelitian*. Pusat Pengembangan Pengelolaan Limbah Radioaktif

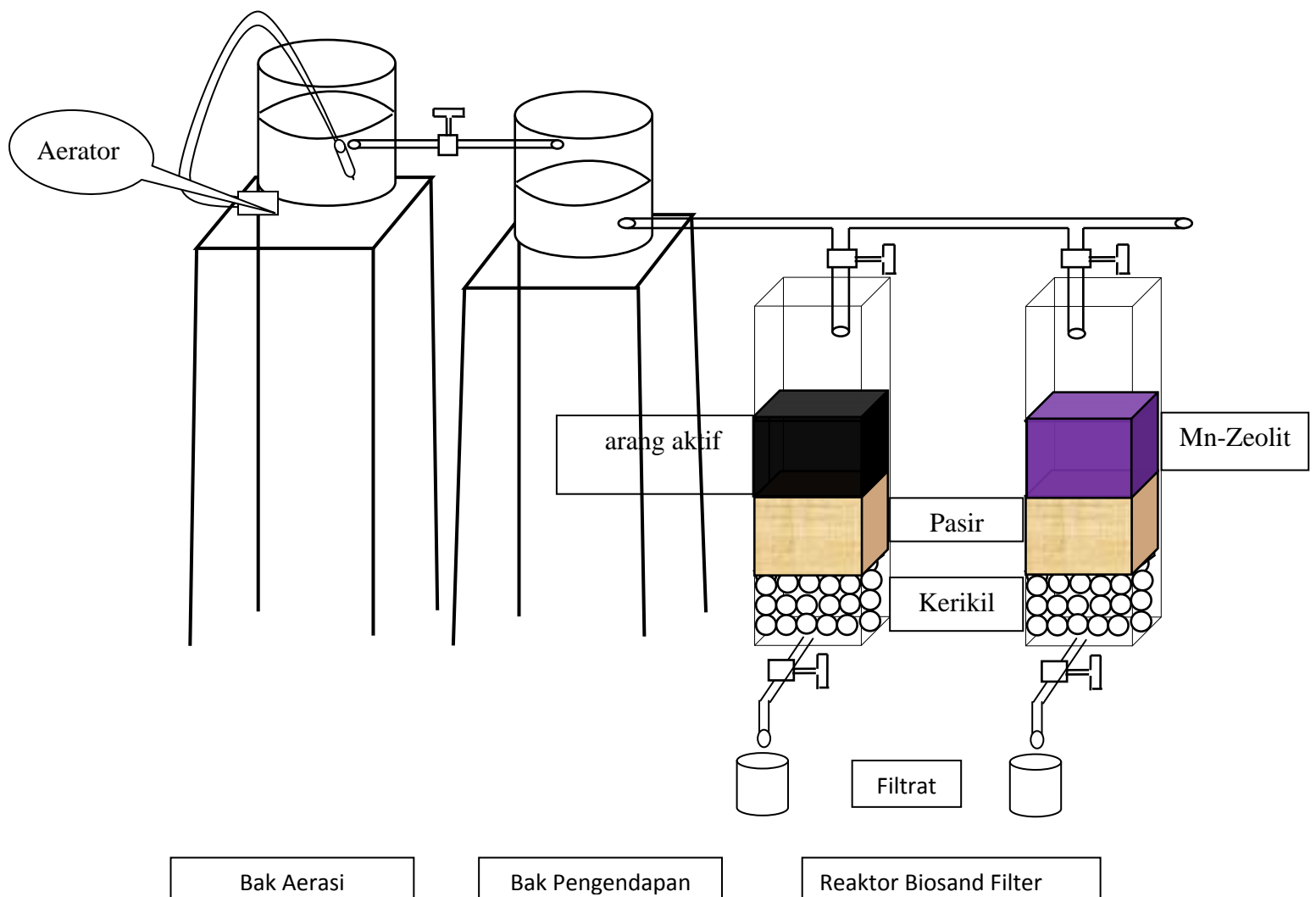
<http://mutiakemalafarida.blog.com?kacang%20tanah/>

LAMPIRAN 1

Pembuatan Reaktor Biosand Filter

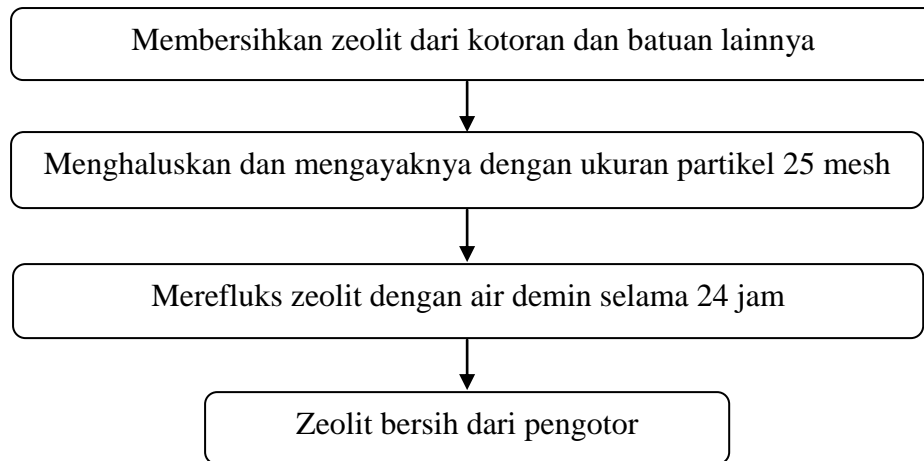
Dimensi unit BSF yang direncanakan adalah :

Panjang	: 30 cm
Lebar unit	: 30 cm
Tinggi unit	: 100 cm
Tinggi total media	: 70 cm
Tinggi air diatas media pasir halus	: 5 cm
Tinggi dari muka air ke <i>perforated baffle</i>	: 5 cm
Lebar <i>performed baffle</i>	: 30 cm
Panjang <i>performed baffle</i>	: 30 cm

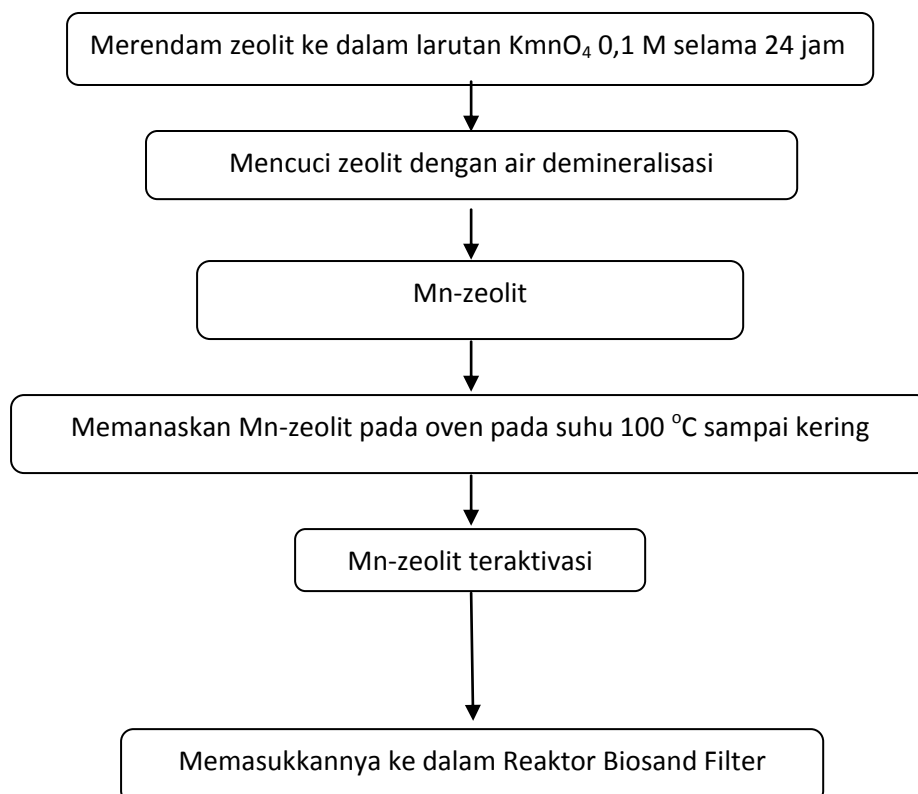


LAMPIRAN 2

Preparasi Awal Zeolit

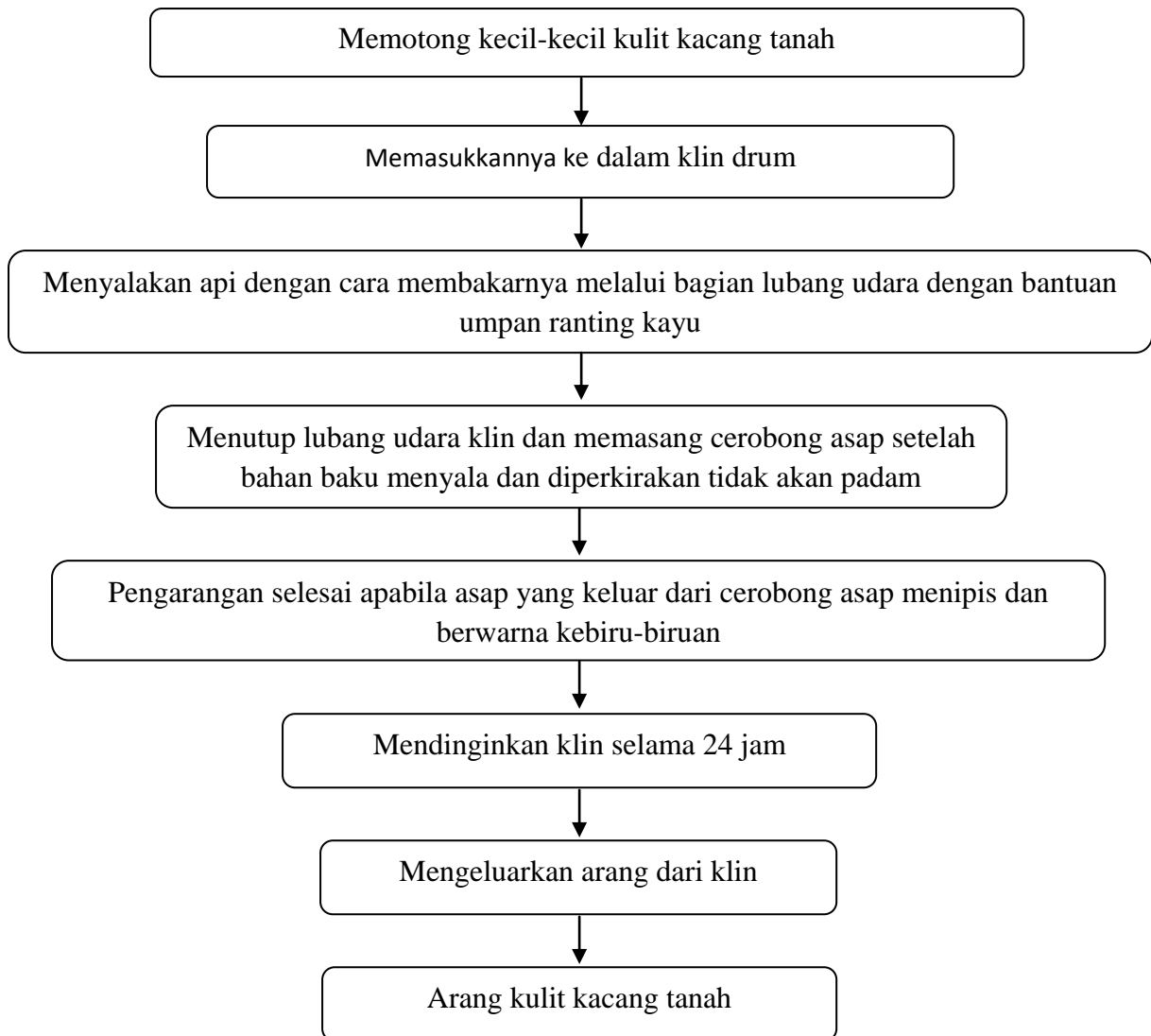


Pembuatan Mn-Zeolit



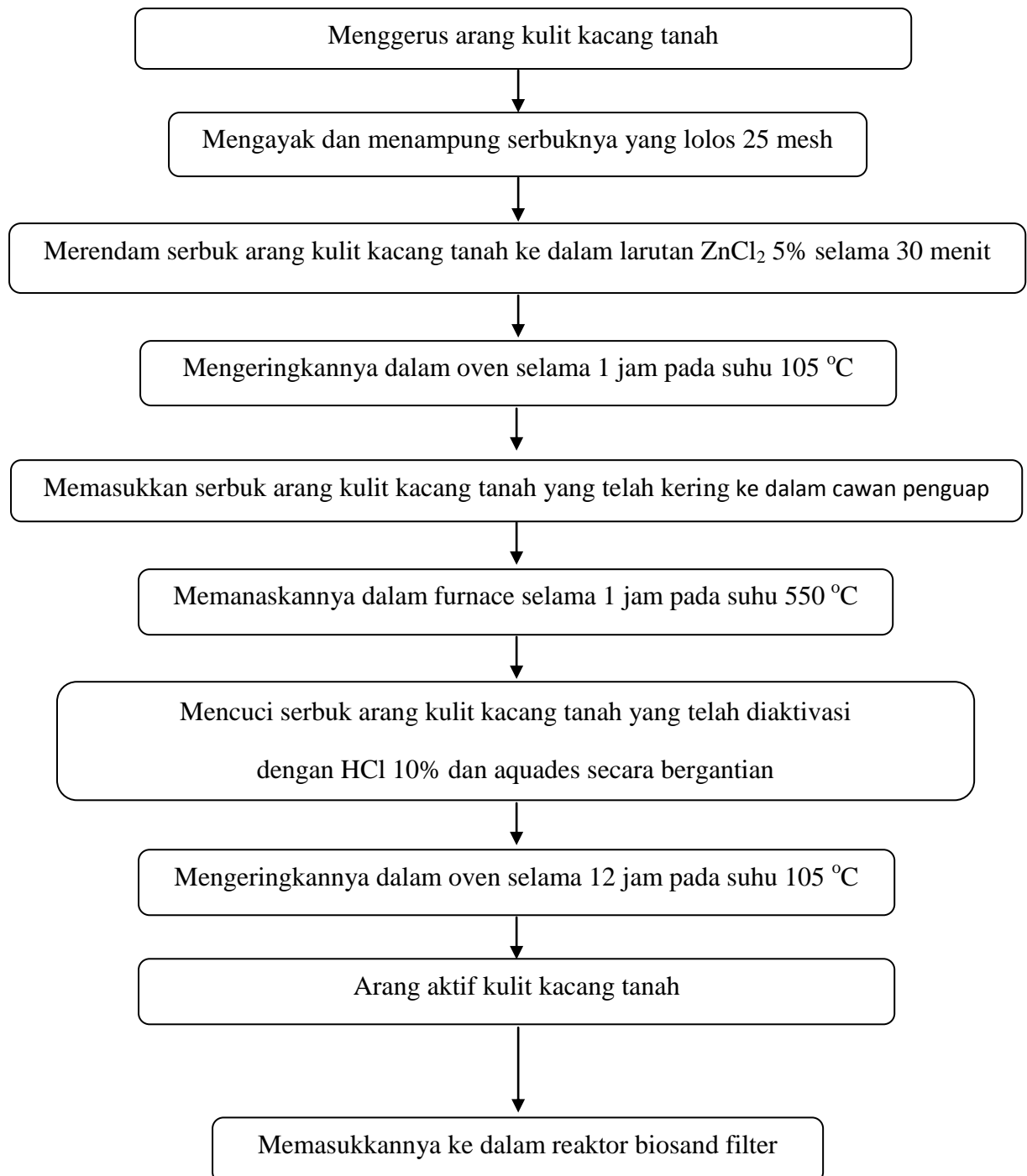
LAMPIRAN 3

Pembuatan Arang Dari Kulit Kacang Tanah



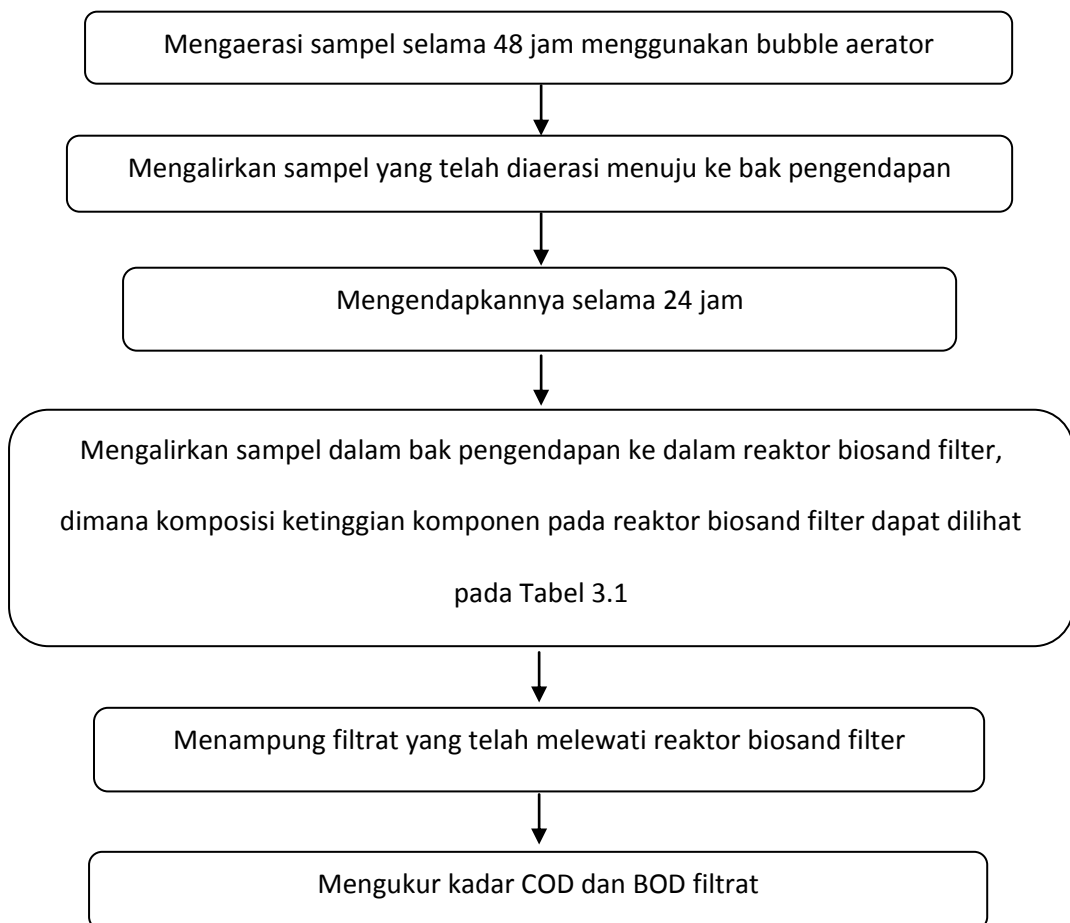
LAMPIRAN 4

Aktivasi Arang Kulit Kacang Tanah



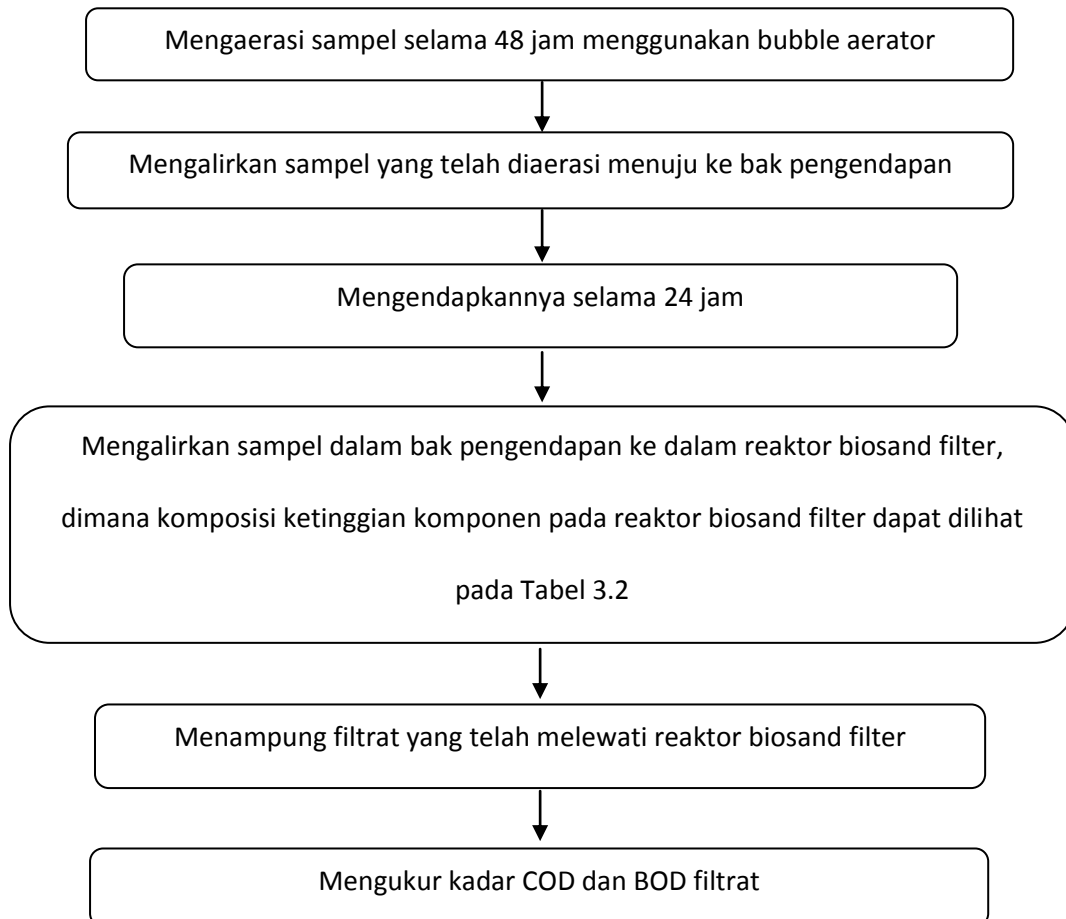
LAMPIRAN 5

Menentukan Kadar COD dan BOD Berdasarkan Ketinggian Mn-Zeolit dan Arang Aktif Kulit Kacang Tanah



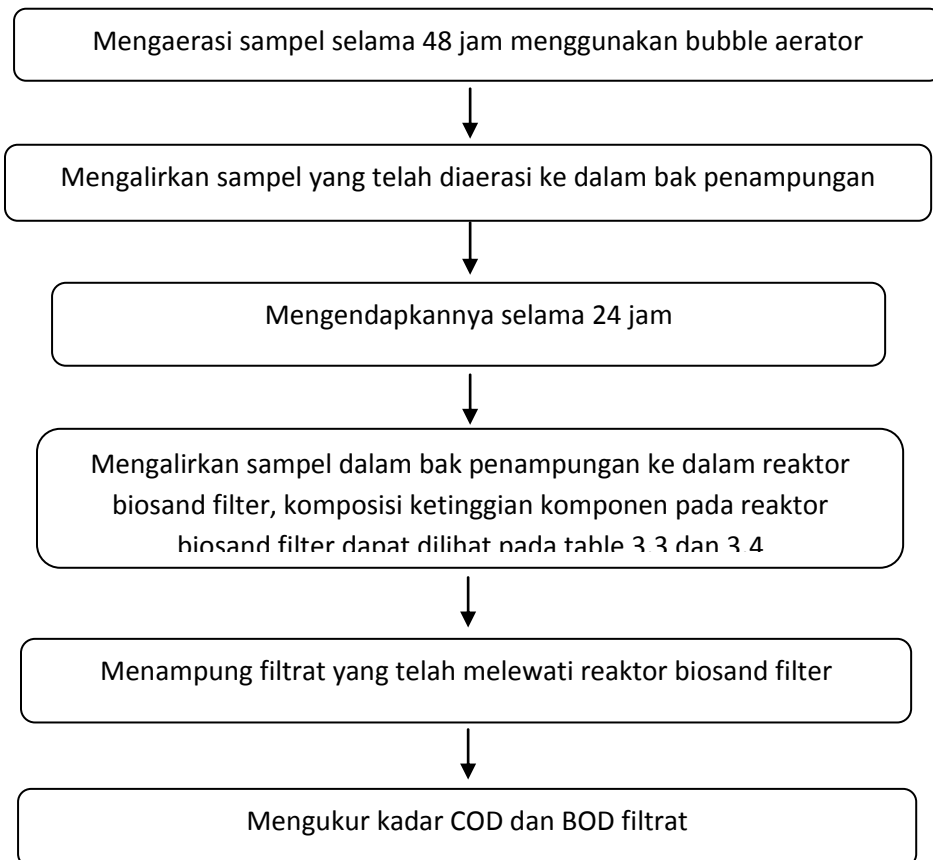
LAMPIRAN 6

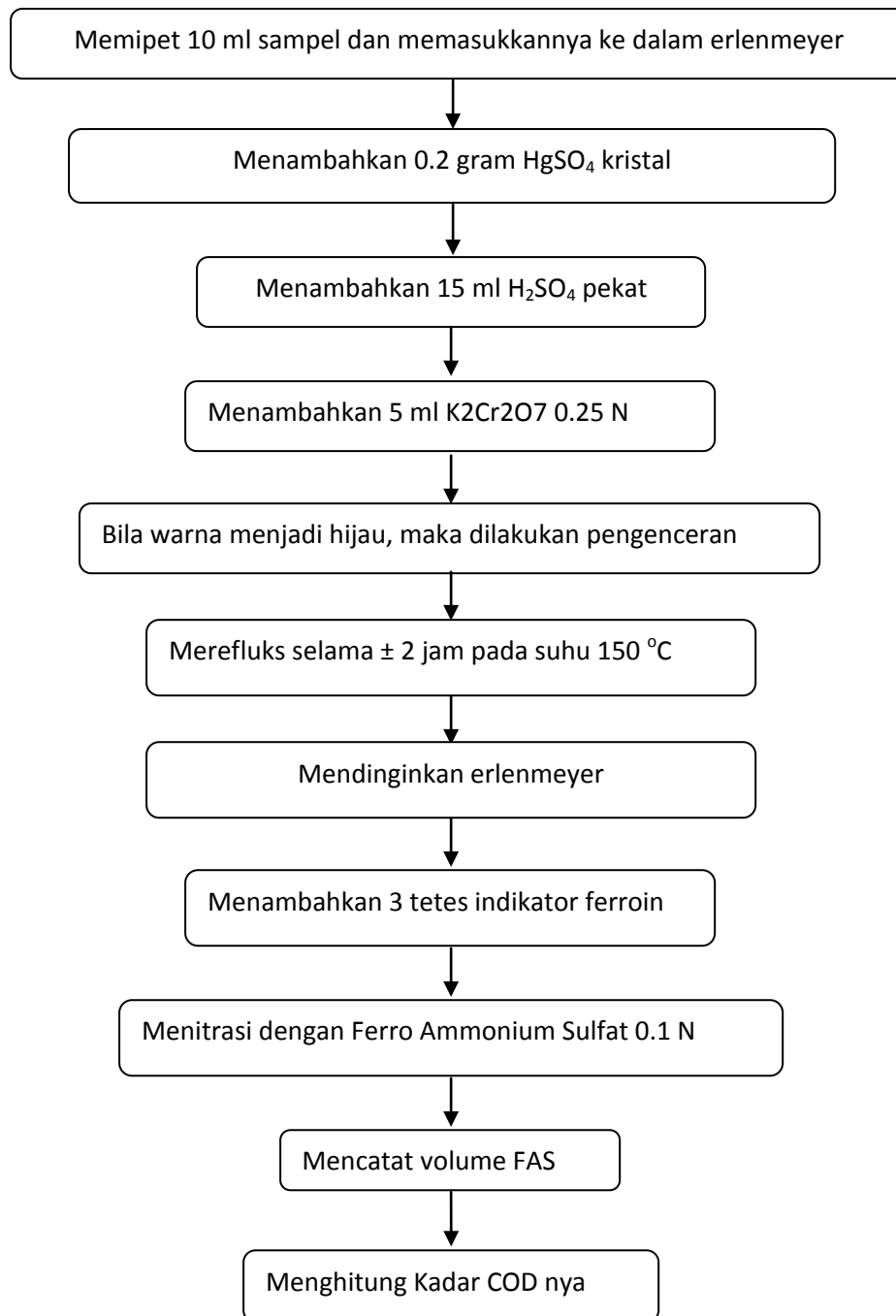
Menentukan Kadar COD dan BOD Berdasarkan Ketinggian Pasir Kasar dan Kerikil

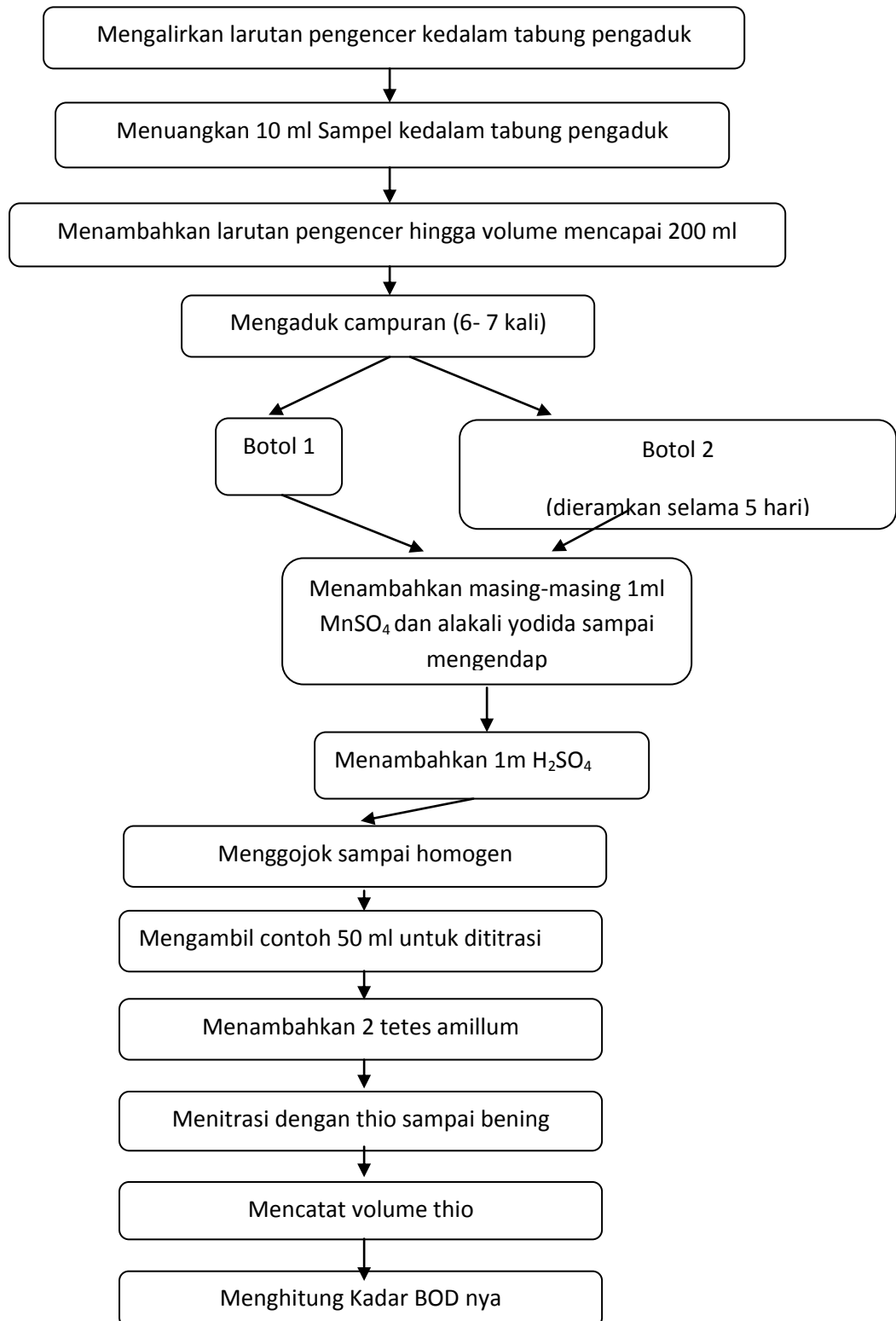


LAMPIRAN 7

Menentukan Kadar COD dan BOD Berdasarkan Ketinggian Mn-Zeolit-Biosand Filter dan Arang Aktif Kulit Kacang Tanah-Biosand Filter



LAMPIRAN 8**Skema Cara Kerja Analisis COD**

LAMPIRAN 9**Skema Cara Kerja Analisis BOD**

LAMPIRAN 10

Menghitung Normalitas FAS

$$\text{Normalitas FAS} = \frac{V_1 \times N_1}{V_2}$$

Dimana : V_1 = volume larutan $K_2Cr_2O_7$ yang digunakan (ml)

V_2 = volume larutan FAS yang dibutuhkan (ml)

N_1 = normalitas larutan $K_2Cr_2O_7$ (N)

Contoh perhitungan normalitas FAS

Volume $K_2Cr_2O_7$ yang digunakan = 5 ml

Volume larutan FAS yang dibutuhkan = 12.55 ml

Normalitas $K_2Cr_2O_7$ = 0.25 N

$$\begin{aligned} \text{Normalitas FAS} &= \frac{V_1 \times N_1}{V_2} \\ &= \frac{5 \times 0.25}{12.55} \\ &= 0.0996 \text{ N} \end{aligned}$$

LAMPIRAN 11

Metode Analisis COD

$$\text{COD} \quad : \quad \frac{(\text{V. FAS Blangko} - \text{V.Sampel}) \times \text{N FAS} \times 8 \times 1000 \times \text{P}}{10}$$

Contoh Perhitungan COD :

$$\text{V. FAS Blangko} \quad = \quad 14,5 \text{ ml}$$

$$\text{V. FAS Sample} \quad = \quad 12,9 \text{ ml}$$

$$\text{N. FAS} \quad = \quad 0,0996 \text{ N}$$

$$\text{COD} = \frac{(\text{V.FAS Blangko} - \text{V.FAS Sampel}) \times \text{N FAS} \times 8 \times 1000 \times \text{P}}{10}$$

$$\text{COD} = \frac{(14,5 - 12,9) \times 0,0996 \times 8 \times 1000}{10}$$

$$\text{COD} = 128 \text{ mg/L}$$

LAMPIRAN 12

Metode Analisis BOD

$$\text{DO (mg/L)} = \frac{(\text{V Thiosulfat} \times \text{N thio} \times 1000) \times \text{BeO}_2 \times \text{p}}{\text{ml contoh}}$$

$$\text{BOD} = \text{DO}_0 - \text{DO}_5$$

Keterangan :

DO_0 = kadar oksigen terlarut mg/L nol hari benda uji

DO_5 = kadar oksigen terlarut mg/L lima hari benda uji

BeO_2 = 8

p = pengenceran

LAMPIRAN 13

Foto-Foto Hasil Penelitian

1. Alat-Alat Penelitian



Gambar 1. Reaktor Biosand Filter



Gambar 2. Penjemuran Kulit Kacang Tanah



Gambar 3. Pembuatan Arang

2. Analisis COD



Gambar 4. Penambahan HgSO_4



Gambar 5. Penambahan HgSO_4 dan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$



Gambar 6. Direfluks $150\text{ }^\circ\text{C}$ 2 jam



Gambar 7. Penambahan Ferroin



Gambar 8. Analisis secara Titrimetri



Gambar 9. Hasil-Hasil analisis COD

3. Analisis BOD



Gambar 10.
Memasukkan 10 ml sampel



Gambar 11.
Menambahkan Larutan Pengencer
Sampai 200 ml



Gambar 12.
Mengaduk Larutan



Gambar 13.
Menuangkannya dalam botol BOD



Gambar 14. Botol disimpan dalam inkubator 20 °C