

**PENGARUH BERBAGAI JENIS ADSORBEN TERHADAP
KONDUKTIVITAS HIDRAULIK JENUH DAN KUALITAS AIR
PADA PROSES PURIFIKASI LIMBAH CAIR**

(Skripsi)

Oleh

**RESTI FARIDA
NPM 1414121197**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

PENGARUH BERBAGAI JENIS ADSORBEN TERHADAP KONDUKTIVITAS HIDRAULIK JENUH DAN KUALITAS AIR PADA PROSES PURIFIKASI LIMBAH CAIR

Oleh

RESTI FARIDA

Limbah cair yang dihasilkan dari aktivitas domestik dan industri memerlukan tindakan pengelolaan agar tidak menyebabkan permasalahan lingkungan. Pengelolaan limbah cair dilakukan untuk meminimalisir indikator pencemar agar limbah aman dibuang ke perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh karbon aktif, zeolit dan nano filter sebagai adsorben terhadap nilai konduktivitas hidraulik jenuh dan indikator fisik kualitas air. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fisika Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada Agustus – September 2018, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktorial (3x3). Faktor pertama adalah jenis bahan yang berpengaruh sebagai adsorben, yang terdiri dari karbon aktif, zeolit dan nano filter 1µm. Faktor kedua adalah jenis sampel limbah yang digunakan, yaitu air sumur (kontrol), limbah surfaktan (deterjen), dan limbah pewarna Rhodamin B. Data hasil pengamatan dianalisis dengan ANARA, dan dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf 1%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan zeolit pada limbah surfaktan dan nano filter pada air sumur efektif untuk menurunkan persentase TDS, dan penggunaan zeolit pada limbah Rhodamin B efektif untuk menyeimbangkan kadar pH, sehingga sesuai dengan standar Permenkes dan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup, perubahan warna Rhodamin B pada perlakuan zeolit sebesar 25 % menunjukkan hasil yang paling berpengaruh dibandingkan nano filter dan karbon aktif, dan perlakuan zeolit memiliki memiliki nilai konduktivitas hidraulik jenuh paling rendah tetapi memiliki pengaruh paling baik terhadap kualitas air hasil purifikasi limbah cair.

Kata kunci : Adsorben, Konduktivitas Hidraulik Jenuh, Kualitas Air, Limbah Cair, Purifikasi.

**PENGARUH BERBAGAI JENIS ADSORBEN TERHADAP
KONDUKTIVITAS HIDRAULIK JENUH DAN KUALITAS AIR
PADA PROSES PURIFIKASI LIMBAH CAIR**

Oleh

Resti Farida

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

Judul Skripsi : **PENGARUH BERBAGAI JENIS ADSORBEN
TERHADAP KONDUKTIVITAS HIDRAULIK
JENUH DAN KUALITAS AIR PADA PROSES
PURIFIKASI LIMBAH CAIR**

Nama Mahasiswa : **Resti Farida**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1414121197

Program Studi : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Dr. Ir. Afandi, M.P.
NIP 196611031988031003



Winih Sekaringtyas Ramadhani, S.P., M.P.
NIP 231811940305201

2. Ketua Jurusan Agroteknologi



Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP 196305081988112001

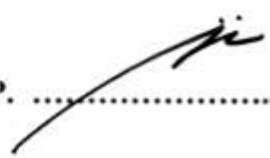
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

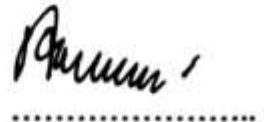
Ketua : **Dr. Ir. Afandi, M.P.**



Sekretaris : **Winih Sekaringtyas Ramadhani, S.P., M.P.**



Anggota : **Dr. Ir. Henrie Buchari, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **26 November 2021**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Pengaruh Berbagai Jenis Adsorben terhadap Konduktivitas Hidraulik Jenuh dan Kualitas Air pada Proses Purifikasi Limbah Cair”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila di kemudian hari terbukti merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 26 November 2021
Penulis



Resti Farida

Resti Farida
NPM 1414121197

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pugung Raharjo, Lampung Timur pada tanggal 19 Mei 1996 sebagai anak pertama dari pasangan Bapak Solehudin dan Ibu Sinem. Pendidikan yang telah ditempuh Penulis adalah Taman Kanak-Kanak (TK) Dharma Wanita Bumi Pratama Mandira pada tahun 2002, Sekolah Dasar (SD) Negeri 3 Bumi Pratama Mandira pada tahun 2008, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Sekampung Udik pada tahun 2011, dan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Negeri 5 Bandar Lampung pada tahun 2014.

Pada tahun 2014, Penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) serta memperoleh Beasiswa Bidik Misi Angkatan ke V. Pada bulan Januari tahun 2015, Penulis melaksanakan Praktik Pengenalan Pertanian di Desa Argopeni, Kecamatan Sumberejo, Kabupaten Tanggamus. Penulis melaksanakan Praktek Umum di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanah Taman Bogo, Kabupaten Lampung Timur pada bulan Juli sampai dengan Agustus 2017. Pada bulan Januari sampai Februari 2018, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Padang Ratu, Kecamatan Limau, Kabupaten Tanggamus. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif mengikuti Unit Kegiatan Mahasiswa Fakultas (UKM-F) Forum Studi Islam

(FOSI) Fakultas Pertanian sebagai Sekretaris Bidang Media Center FOSI pada periode kepengurusan 2015 – 2016. Selain itu, penulis juga pernah aktif di Unit Kegiatan Mahasiswa Universitas (UKM-U) Bina Rohani Mahasiswa (BIROHMAH) Unila sebagai Sekretaris Departemen Media Center Birohmah periode kepengurusan 2017. Penulis juga pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Dasar-Dasar Ilmu Tanah dan Tutor Bimbingan Baca Qur'an (BBQ) mata kuliah Pendidikan Agama Islam.

“Allah SWT tidak membebani seseorang di luar batas kemampuannya”
(Q.S. Al-Baqarah : 286)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya
bersama kesulitan itu ada kemudahan”
(Q.S. Al-Insyirah : 5-6)

“In the end, no one knows the result. That’s why, well, at the very least, choose
the one that won’t leave the most regret by yourself”
(Levi Ackerman)

“Just because you don’t like something or you don’t agree with something that’s
not mean everyone has to have the same opinion”
(Suhay Salim)

“Mencegah agar tidak terulang penyesalan yang sama adalah
nilai dari sebuah penyesalan”
(Tada Mitsuyoshi)

“Selama ini kita hidup di atas standar kebahagiaan orang lain. Seringkali kita lupa,
bahwa definisi bahagia bagi setiap orang berbeda. Kitalah yang menentukan cara
kita bahagia, maka hiduplah sesuai dengan standarmu sendiri”
(Miyama Riza)

Puji dan syukur saya ucapkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, serta karunia-Nya, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Kupersembahkan karya ini kepada :

Kedua orang tuaku tercinta, Bapak Solehudin dan Ibu Sinem,
Adikku Alfiah Nurlaili

Serta Bibiku Umi Salamah yang selalu mensupport moral dan materi
Sebagai suatu apresiasi dan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya.

Almamaterku Tercinta,
Universitas Lampung

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Berbagai Jenis Adsorben terhadap Konduktivitas Hidraulik Jenuh dan Kualitas Air pada Proses Purifikasi Limbah Cair” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada ;

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc, selaku Ketua Bidang Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
4. Dr. Ir. Afandi, M.P. selaku Pembimbing Utama atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Winih Sekaringtyas Ramadhani, S.P., M.P. selaku Pembimbing Kedua atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Dr. Ir. Henrie Buchari, M.Si., selaku Penguji yang telah memberikan kritik dan saran untuk perbaikan skripsi ini.
7. Ir. Rugayah, M.P. selaku Pembimbing Akademik, atas nasehat, bimbingan dan motivasi yang telah diberikan selama ini.
8. Seluruh Staf Pengajar Jurusan Agroteknologi yang telah mendidik penulis selama menuntut ilmu di Fakultas Pertanian.

9. Kedua orang tuaku, Bapak Solehudin dan Ibu Sinem, adikku Alfiah Nurlaili, dan Bibi Umi Salamah, atas segala doa, kasih sayang, dukungan dan motivasi kepada penulis tiada henti.
10. Teman-teman satu atap Galih Susilowati, Sinta Nurhasanah dan Novia Dwi Anjani, terimakasih atas semua momen berharga yang takkan pernah terlupakan.
11. Admin Jurusan Agroteknologi, Mbak Maria Sari, S.P. terimakasih telah mempermudah penulis dalam pengurusan administrasi.
12. Teman-teman Agroteknologi 2014 Yecti Wiji Jayanti, Zakiah Selviani, dan terkhusus para pejuang wisuda Januari 2022, Nelita Aryani, Shafira Fatimah, Yulia Andini, Ristya Irma Wardhani, Annisa Lesmana, Vicarlian Rinjanie, Zelviana Putri, Ribka Munthe, Ratna Sari, Riski Indah, Teuku Agung, dan teman satu PA Renkky Satria Novaldho terimakasih atas kerjasamanya.
13. Adik-adikku Eka Irawati, Neni Cahayati, Cici Cintya Sari, terimakasih atas semangat yang diberikan kepada penulis.
14. Teman-teman SMK, Wahyuningsih, Devi Heryana dan Riska Indah Cahyani, yang senantiasa menyemangati penulis agar tidak menyerah hingga akhir.
15. Teman-teman seperjuangan FOSI FP 2015-2016, FOSI SOLID 2016, dan Birohmah Siap Siaga 2017, terimakasih atas kebersamaan dan kekeluargaan yang pernah terjalin.
16. Last but not least, I wanna thank me. Dear me, thank you for doing all this hardwork. Thank you for never quitting. Thank you for never give up.

Penulis berharap semoga Allah SWT membalas segala kebaikan mereka dan semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Bandar Lampung, 26 November 2021

Penulis,

Resti Farida

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Rumusan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Kerangka Pemikiran	4
1.4 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Limbah Rhodamin B	7
2.2 Karakteristik Mineral Adsorben : Zeolit	8
2.3 Karakteristik Mineral Adsorben : Karbon Aktif.....	9
2.4 Konduktivitas Hidraulik Jenuh (Permeabilitas)	10
2.5 Indikator Kualitas Air	10
III. BAHAN DAN METODE	12
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Rancangan Penelitian	12
3.4 Pelaksanaan Penelitian	14
3.5 Variabel Pengamatan	15
3.5.1 Hydraulic Conductivity Value (Nilai Konduktivitas Hidraulik)	16
3.5.2 Nilai Total Dissolved Solid (TDS)	16
3.5.3 pH Limbah	17

3.5.4 Visible Color Limbah	17
3.6 Analisis Data.....	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 Hasil Penelitian.....	19
4.1.1 Nilai Konduktivitas Hidraulik Jenuh	19
4.1.2 Nilai <i>Total Dissolved Solid</i> (TDS).....	21
4.1.3 pH Limbah	22
4.1.4 Pengamatan warna (<i>Visible Color</i>)	24
4.2 Pembahasan	26
V. SIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Simpulan.....	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN.....	35

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Kombinasi Perlakuan	13
2. Variabel Pengamatan.....	15
3. Hasil uji lanjut BNT _(0,01) pengaruh jenis adsorben terhadap nilai konduktivitas hidraulik jenuh	20
4. Hasil uji lanjut BNT _(0,01) pengaruh jenis adsorben terhadap penurunan nilai TDS	21
5. Hasil uji lanjut BNT _(0,01) pengaruh jenis adsorben terhadap persentase perubahan pH.....	23
6. Persentase penurunan warna limbah Rhodamin B pada tiap perlakuan	26
7. Hasil pengukuran pH limbah sebelum perlakuan.....	36
8. Hasil pengukuran pH limbah sesudah perlakuan	36
9. Persentase peningkatan dan penurunan pH limbah setelah perlakuan	37
10. Homogenitas data perubahan persentase pH limbah menggunakan Uji Bartlett.....	37
11. Aditifitas data perubahan persentase pH limbah dengan Uji Tukey.....	39
12. Nilai Q uji aditifitas data persentase perubahan pH limbah.....	40
13. Analisis ragam persentase perubahan pH Limbah	41
14. Uji lanjut BNT 1 % persentase perubahan pH limbah	41
15. Hasil pengukuran nilai TDS limbah sebelum perlakuan.....	42
16. Hasil pengukuran nilai TDS limbah sesudah perlakuan	42
17. Persentase penurunan TDS limbah sesudah perlakuan	43
18. Homogenitas data penurunan persentase TDS limbah menggunakan Uji Bartlett	44

19. Aditifitas data penurunan persentase TDS limbah dengan Uji Tukey	45
20. Nilai Q uji aditivitas data penurunan persentase TDS limbah	46
21. Analisis Ragam data penurunan persentase TDS limbah	47
22. Uji lanjut BNT 1% penurunan persentase TDS limbah	47
23. Hasil pengukuran volume limbah hasil purifikasi	48
24. Hasil perhitungan nilai konduktivitas hidraulik jenuh	49
25. Uji Homogenitas data nilai konduktivitas hidraulik jenuh menggunakan Uji Bartlette.....	50
26. Nilai Q nilai uji aditifitas data konduktivitas hidraulik jenuh.....	52
27. Analisis ragam data nilai konduktivitas hidraulik jenuh.....	53
28. Blanko sebagai indikator pada uji perbandingan warna	54
29. Persentase penurunan warna limbah Rhodamin B berdasarkan uji perbandingan warna.....	54

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Struktur kimia Rhodamin B	7
2. Rancangan Housing Filter.....	14
3. Hasil purifikasi Rhodamin B menggunakan adsorben nano filter.	24
4. Hasil purifikasi Rhodamin B menggunakan adsorben karbon aktif.	25
5. Hasil purifikasi Rhodamin B menggunakan adsorben zeolit.	25
6. Rancangan Housing Filter.....	55
7. Proses purifikasi limbah Rhodamin B menggunakan adsorben.....	55
8. Adsorben zeolit, karbon aktif dan nano filter setelah penyaringan limbah Rhodamin B.....	55

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Rumusan Masalah

Aktivitas manusia di kehidupan sehari-hari maupun di bidang industri selalu menghasilkan limbah. Salah satu yang memiliki dampak besar terhadap pencemaran lingkungan adalah limbah cair. Tidak hanya limbah cair industri, tetapi limbah cair domestik juga menjadi sumber polutan paling dominan di lingkungan perairan. Studi yang dilakukan oleh Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia pada tahun 2014 menunjukkan bahwa 60-70% sungai di Indonesia telah tercemar limbah domestik. Limbah deterjen merupakan contoh limbah yang dihasilkan dari aktivitas domestik, sedangkan limbah berwarna biasanya dihasilkan dari aktivitas industri seperti industri tekstil. Limbah yang bersumber dari deterjen memiliki karakteristik berwarna keruh, berbau dan berbusa. Sementara itu, limbah yang mengandung zat pewarna biasanya berwarna pekat atau keruh, dan kebanyakan tidak berbau.

Limbah cair domestik yang dibuang langsung ke perairan dapat menyebabkan berbagai permasalahan bagi manusia dan lingkungan di sekitarnya. Dampaknya terhadap perairan antara lain menaikkan kadar pH, memperkeruh warna air dan busa yang menutupi permukaan air dapat menghalangi sinar matahari yang masuk. Hal ini menyebabkan terhambatnya proses fotosintesis organisme dalam air (Telussa, 2019). Sementara itu, jika langsung dibuang ke tanah dapat mengganggu struktur tanah sebagai media penerima air limbah, karena tanah menjadi tercemar dan tidak dapat menetralkan bahan-bahan polutan. Limbah cair yang dibuang ke perairan harus memenuhi persyaratan standar baku untuk meminimalisir dampak

pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengelolaan limbah sebelum dibuang langsung ke perairan.

Pengelolaan limbah dilakukan untuk meminimalkan konsentrasi bahan polutan di dalam air limbah agar aman dibuang ke lingkungan. Pengelolaan limbah dilakukan bukan untuk memurnikan, akan tetapi untuk memperbaiki kualitas limbah yang bertujuan untuk menghindari kerusakan dan pencemaran lingkungan. Pengelolaan limbah yang tidak tepat akan menyebabkan pencemaran lingkungan air dalam jangka panjang. Tidak hanya lingkungan perairan, tetapi juga dapat mempengaruhi kualitas air tanah. Jika air yang tercemar ini mengalami kontak dengan manusia atau bahkan tertelan, dapat menyebabkan berbagai permasalahan kesehatan, yaitu penyakit kulit, gangguan pencernaan, dan masuknya racun ke dalam tubuh (Warlina, 2004).

Metode pengelolaan limbah cair yang telah diuji antara lain metode filtrasi adsorpsi (Sulistiyanti, 2018), dan teknologi membran (Agustina, 2006). Sulistiyanti (2018) mengemukakan bahwa metode filtrasi dan adsorpsi menggunakan zeolit sebagai adsorben utama dapat menurunkan indikator pencemar pada limbah cair laboratorium.

Pengujian beberapa jenis mineral sebagai adsorben pada pengolahan limbah telah banyak dilakukan (Abd El-Latif, 2010; Luanmanee, 2002; Masunaga, 2007). Mineral adsorben dapat memisahkan komponen terlarut secara selektif dari suatu larutan dengan menarik zat terlarutnya ke permukaan mineral (Adeyemo, 2017). Salah satu jenis mineral yang sering digunakan adalah zeolit. Zeolit diketahui mampu bertindak sebagai adsorben melalui proses pengikatan senyawa dan molekul tertentu yang hanya terjadi di permukaan.

Selain zeolit, penggunaan karbon aktif juga banyak digunakan sebagai adsorben (Sulistiyanti, 2018; dan Asadiya, 2018). Karbon aktif bersifat sangat aktif terhadap partikel yang kontak dengan permukaan karbon aktif tersebut. Mekanisme kerja karbon aktif sebagai adsorben adalah dengan menangkap

partikel yang sangat halus melalui pori-pori yang sangat banyak dengan ukuran tertentu, sehingga partikel halus dapat terjebak disana.

Selain metode filtrasi dan adsorpsi, pengolahan air menggunakan teknologi membran adalah salah satu teknologi yang dikembangkan dalam pengolahan air bersih. Jenis membran yang tersedia dibagi menjadi 4 kelompok besar, berdasarkan ukuran dari tingkat penyaringan (*filtration degree*), antara lain mikro filtrasi ($\geq 0,1 \mu\text{m}$), ultra filtrasi ($0,01 - 0,1 \mu\text{m}$), nano filtrasi ($0,001 - 0,01 \mu\text{m}$), dan reverse osmosis ($\leq 0,001 \mu\text{m}$). Mikro filtrasi menggunakan membran mikroporous yang memiliki ukuran pori efektif berkisar $0,07 - 1,3 \mu\text{m}$, dan umumnya memiliki ukuran pori aktual $0,45 \mu\text{m}$. Ukuran partikel yang dapat dihilangkan dengan proses mikro filtrasi berkisar antara $0,05$ sampai $1 \mu\text{m}$. Membran mikro filtrasi dapat menyaring atau menghilangkan kekeruhan, alga, bakteri, dan seluruh mineral padatan.

Pengelolaan limbah menggunakan metode filtrasi, adsorpsi, dan membran dilakukan dengan menggunakan prinsip konduktivitas hidraulik jenuh (permeabilitas). Konduktivitas hidraulik jenuh diasumsikan sebagai kemampuan mineral untuk meloloskan limbah cair dalam waktu tertentu. Pengujian nilai konduktivitas hidraulik penting dilakukan untuk mengetahui bahan adsorben yang dapat menurunkan kadar bahan pencemar secara efisien dan memiliki daya lolos tinggi. Sejauh ini, parameter yang diamati pada proses pengelolaan limbah cair sebagian besar hanya difokuskan pada perubahan kualitas hasil purifikasi. Oleh karena itu, nilai konduktivitas hidraulik menjadi parameter penting yang akan diamati pada penelitian ini. Dengan demikian, kriteria dari penyaringan limbah diharapkan memiliki daya lolos tinggi dan penurunan indikator pencemar yang signifikan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian untuk menguji kemampuan mineral terhadap nilai konduktivitas hidraulik dan perubahan kualitas air pada proses purifikasi limbah cair. Penelitian ini dilakukan untuk menjawab rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh bahan adsorben terhadap perbedaan nilai konduktivitas hidraulik jenuh pada proses purifikasi limbah cair?
2. Bagaimana pengaruh bahan adsorben terhadap perubahan kualitas air pada proses purifikasi limbah cair?

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh bahan karbon aktif, zeolit dan *nano filter* sebagai adsorben terhadap nilai konduktivitas hidraulik jenuh pada proses purifikasi limbah cair.
2. Mengetahui pengaruh bahan karbon aktif, zeolit dan *nano filter* sebagai adsorben terhadap kualitas air pada proses purifikasi limbah cair.

1.3 Kerangka Pemikiran

Metode filtrasi adsorpsi merupakan alternatif pengelolaan limbah menggunakan berbagai jenis bahan sebagai adsorben. Salah satunya adalah mineral zeolit, karena memiliki ukuran partikel yang sangat halus sehingga luas permukaannya cukup tinggi (Adeyemo, 2017). Mineral zeolit memiliki nilai LPS yang bervariasi tergantung pada ukuran pori dan partikel, yaitu sebesar $25,59 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ (Rokayah, 2016). Akan tetapi, LPS zeolit masih dapat meningkat hingga $216.25 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ melalui pemberian perlakuan termal (Pakpahan, 2014). Selain Nilai Luas Permukaan Spesifik (LPS), kemampuan mengembang dan mengerut mineral liat berhubungan dengan nilai Kapasitas Tukar Kation (KTK). Nilai KTK yang cukup tinggi dapat mengadsorpsi dan memfiksasi ion-ion dan senyawa organik. Jumlah muatan negatif di dalam mineral adsorben berperan dalam mekanisme pertukaran kation antara mineral adsorben dan limbah cair, sehingga dapat menjerap ion-ion terlarut di dalam limbah.

Penggunaan karbon aktif dan zeolit sebagai adsorben berfungsi untuk menyerap/mengadsorpsi zat warna yang terlarut dalam limbah cair. Hal ini dapat terjadi karena zeolit mempunyai ruang hampa yang cukup besar, tergantung dari jenis zeolitnya. Kapasitas pertukaran ion zeolit yang tinggi dapat memisahkan molekul gas atau zat lain dari suatu campuran tertentu. Dengan demikian, zeolit mampu menyerap sebagian partikel dari limbah sehingga dapat menurunkan indikator padatan terlarut (*Total Dissolved Solid* / TDS) pada limbah cair.

Di bidang pertanian, zeolit berfungsi sebagai penyangga pH tanah, sehingga tanah masam dapat dinetralkan karena zeolit bersifat tidak masam dan memiliki pH 7,2. Zeolit mampu mengadsorpsi Al dan Fe yang menjadi penyebab kemasaman tanah serta melepaskan kation-kation basa seperti Ca, Mg dan K. Pada proses pengelolaan limbah cair, penggunaan zeolit diharapkan mampu menetralkan pH limbah.

Membran mikro filtrasi atau *sediment filter cartridge* merupakan jenis membran yang mudah ditemukan dan banyak digunakan pada proses pemurnian air. Filter membran mikro filtrasi memiliki ukuran pori efektif berkisar 0,07 – 1,3 μm . Penelitian Said (2009) menunjukkan bahwa penggunaan mikro filtrasi digunakan untuk menghilangkan padatan tersuspensi atau koloid di dalam air. Pada penelitian ini, akan diuji apakah mikro filtrasi efektif untuk meminimalisir indikator pencemaran pada limbah cair, khususnya padatan terlarut (TDS).

Selain parameter fisik limbah yang meliputi TDS, pH dan warna limbah, efisiensi mineral adsorben dalam mengadsorpsi limbah cair harus mempertimbangkan kemampuan adsorben dalam meloloskan limbah cair (Rosyidah, 2013). Kemampuan mineral adsorben dalam meloloskan limbah cair akan dihitung sebagai nilai konduktivitas hidraulik jenuh. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh berbagai jenis adsorben terhadap nilai konduktivitas hidraulik dan perubahan kualitas air pada proses purifikasi limbah cair.

1.4 Hipotesis

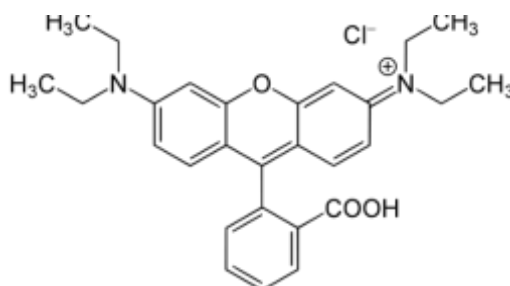
Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, maka diperoleh hipotesis sebagai berikut:

1. Nano filter sebagai adsorben memiliki nilai konduktivitas hidraulik jenuh yang lebih tinggi dibandingkan kombinasi lainnya.
2. Zeolit sebagai adsorben memiliki pengaruh yang paling baik terhadap perubahan kualitas air pada proses purifikasi limbah cair.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Rhodamin B

Limbah Rhodamin B banyak ditemukan pada industri tekstil dan plastik yang menggunakan bubuk Rhodamin B sebagai pewarna. Pewarna sintetis ini berasal dari metanliniliat dan dipanel alanin. Rhodamin B atau dikenal juga dengan nama Brilliant Pink B merupakan zat pewarna golongan amina aromatik. Berbentuk padat, kristal atau serbuk berwarna merah keunguan dalam bentuk terlarut pada konsentrasi tinggi, dan berwarna merah terang pada konsentrasi rendah serta tidak berbau. Rhodamin B memiliki rumus molekul $C_{28}H_{31}ClN_2O_3$ dengan titik lebur $165^{\circ}C$. Bersifat mudah larut dalam air, alkohol dan ether, tetapi sukar larut dalam larutan HCl dan NaOH. Rhodamin B biasa digunakan sebagai pencelup/pewarna pada kertas. Selain itu, Rhodamin B juga digunakan sebagai reagen untuk antimoni, bismuth, kobalt, niobium, emas, mangaan, merkuri, molibdenum, tantalum, thallium, tungsten dan noda biologi. Rhodamin B memiliki nama kimia N-[9-(2-karboksifenil)-6-(dietilamino)-3H-xanthene-3-ylidene]-N-etiletanaminiumklorida dan juga sering disebut *Tetraetilrhodamin*; D&C Red No 19; *Rhodamin B* klorida; C.I basic violet 10; Cl. 45170 (Chandra, 2012).



Gambar 1. Struktur kimia Rhodamin B

Rhodamin B mengandung klorin (senyawa halogen) yang memiliki reaktivitas tinggi. Senyawa ini termasuk senyawa yang radikal atau tidak stabil sehingga berbahaya jika kontak dengan kulit atau tertelan. Menurut *Departemen of Labor Occupational Safety and Health Administration*, US, senyawa ini mudah bereaksi dengan zat tertentu dan merupakan senyawa radikal yang akan berusaha mencapai kestabilan dalam tubuh dengan cara berikatan dengan senyawa-senyawa lain di dalam tubuh, hingga akhirnya memicu kanker pada manusia. Oleh karena itu, Rhodamin B sangat berbahaya jika terhirup, kontak dengan kulit atau tertelan karena dapat menyebabkan iritasi serius, dapat mengiritasi mata dan sangat mudah terbakar. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa senyawa ini memiliki efek karsinogenik. Organ yang beresiko mengalami kerusakan jika pengguna terpapar oleh zat ini adalah hati. Pada hewan, Rhodamin B mudah terserap di saluran cerna dan menghambat ikatan protein tinggi, serta menyebabkan kerusakan hati pada tikus.

2.2 Karakteristik Mineral Adsorben : Zeolit

Zeolit merupakan material aluminosilikat berpori ini memiliki dimensi pori molekular 0,3 – 2 nm. Struktur penyusun bermuatan negatif menjadi penyebab zeolit mampu mengikat kation sehingga biasa digunakan sebagai katalis, penukar ion dan adsorben (Sholeha, 2017). Zeolit memiliki sifat mendidih dan mengembang bila dipanaskan, sehingga kandungan air kristal di dalamnya akan terlepas dan pada waktu yang sama, zeolit akan menyerap air dari lingkungan di sekelilingnya. Hilangnya air dengan mudah yang berlangsung secara *reversible* ini merupakan struktur terbuka dan memiliki kemiripan dengan spons, sehingga zeolit dapat sebagai adsorben, katalis dan penukar ion (Chandra, 2012).

Struktur zeolit bersifat pori dan mampu menyerap dan menyaring molekul. Karakteristik zeolit dapat melepas atau menarik kembali air secara reversibel dan dapat saling menukar atom tanpa terjadi perubahan yang besar pada struktur atom. Sifat adsorpsi zeolit dipengaruhi oleh sifat dehidrasi zeolit yang dapat melepaskan

molekul air dari dalam rongga permukaan, sehingga menyebabkan medan listrik meluas ke dalam rongga utama dan berinteraksi dengan molekul teradsorpsi. (Permana, 2008)

Selain kemampuan adsorpsi yang tinggi, zeolit juga memiliki sifat penyaring/pemisah yang mampu memisahkan molekul berdasarkan perbedaan ukuran, bentuk dan polaritas dari molekul yang disaring. Aplikasi zeolit sebagai bahan utama pada proses pengolahan limbah terutama filtrasi dan adsorpsi telah banyak diterapkan (Luanmanee, 2002; Sato, 2002; dan Masunaga, 2007).

2.3 Karakteristik Mineral Adsorben : Karbon Aktif

Karbon aktif adalah karbon amorf yang luas permukaannya berkisar antara 300 – 3500 m²/g dan telah mendapat perlakuan dengan uap serta panas sampai mempunyai afinitas yang kuat sekali untuk menyerap berbagai bahan dengan kemampuan yang besar, yaitu 25 – 100% terhadap berat karbon aktif. Hal ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan karbon aktif memiliki sifat sebagai adsorben. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa kimia tertentu, dengan sifat adsorpsinya yang selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan (Handika, 2017).

Struktur permukaan karbon aktif adalah berpori. Ukuran pori diklarifikasikan oleh IUPAC menjadi daerah mikropori, mesopori dan makropori. Karbon aktif dapat digunakan dalam berbagai bidang seperti industri obat dan makanan untuk menyaring, penghilang bau dan rasa; industri kimia perminyakan; pembersih air; budidaya udang; industri gula; pemurnian gas; katalisator dan pengolahan pupuk (Handika, 2017).

2.4 Konduktivitas Hidraulik Jenuh (Permeabilitas)

Konduktivitas hidraulik adalah parameter yang dapat menggambarkan kemampuan tanah dalam melewatkan air. Tingkat kemampuan tanah untuk melewatkan air sangat dipengaruhi oleh kadar air tanah. Oleh karena itu, konduktivitas hidraulik dibedakan menjadi 2, yaitu konduktivitas hidraulik dalam keadaan tidak jenuh dan dalam keadaan jenuh. Konduktivitas hidraulik jenuh dikenal sebagai permeabilitas (Dariah, 2006).

Nilai konduktivitas hidraulik dipengaruhi oleh kandungan mineral adsorben. Semakin tinggi kandungan bahan organik dan liat, maka nilai konduktivitas hidraulik semakin tinggi. Hal ini berpengaruh terhadap kemampuan mineral adsorben dalam meloloskan limbah cair (Rosyidah, 2013).

2.5 Indikator Kualitas Air

Air limbah yang dibuang ke lingkungan perairan harus memenuhi standar kualitas. Habibi (2012) menyatakan bahwa parameter kualitas air limbah dikelompokkan menjadi tiga, yaitu parameter organik, karakteristik fisik, dan kontaminan spesifik. Parameter organik merupakan ukuran jumlah zat organik yang terdapat dalam limbah. Parameter ini terdiri dari *Total Organic Carbon* (TOC), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), minyak dan lemak (O&G), dan *Total Petroleum Hydrocarbons* (TPH).

Karakteristik fisik dalam air limbah dapat dilihat dari parameter *Total Suspended Solids* (TSS), *Total Dissolved Solids* (TDS), pH, temperatur, warna, bau, dan potensial reduksi. Sedangkan kontaminan spesifik dalam air limbah dapat berupa senyawa organik ataupun senyawa anorganik.

Nasir (2013) juga menyatakan bahwa indikator untuk melihat tingkat pencemaran terhadap air diantaranya sifat fisis dan sifat kimia air seperti pH, turbiditas (kekeruhan), warna, bau, total padatan terlarut, suhu, daya hantar listrik.

Pada umumnya kualitas limbah cair dapat diketahui dari beberapa parameter yaitu DO (*Dissolved Oxygen*), BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), material organik, lemak dan minyak, fenol, alkalinitas, fosfat, sulfur, logam berat dan beracun, gas metana (CH_4), nitrogen, dan tingkat keasaman air (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 2014).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus sampai dengan September 2021, bertempat di Laboratorium Fisika Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan *Housing Filter* yang tersusun dari bak penampung, keran dan alat saring, gelas ukur, pH meter, TDS meter dan peralatan laboratorium pendukung lainnya. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pewarna limbah Rhodamin B, deterjen cair, buffer pH 4, 7, dan 10, aquades dan adsorben penyaring yaitu karbon aktif, zeolit dan *sediment filter cartridge* (nano filter) 1 μ m.

3.3 Rancangan Penelitian

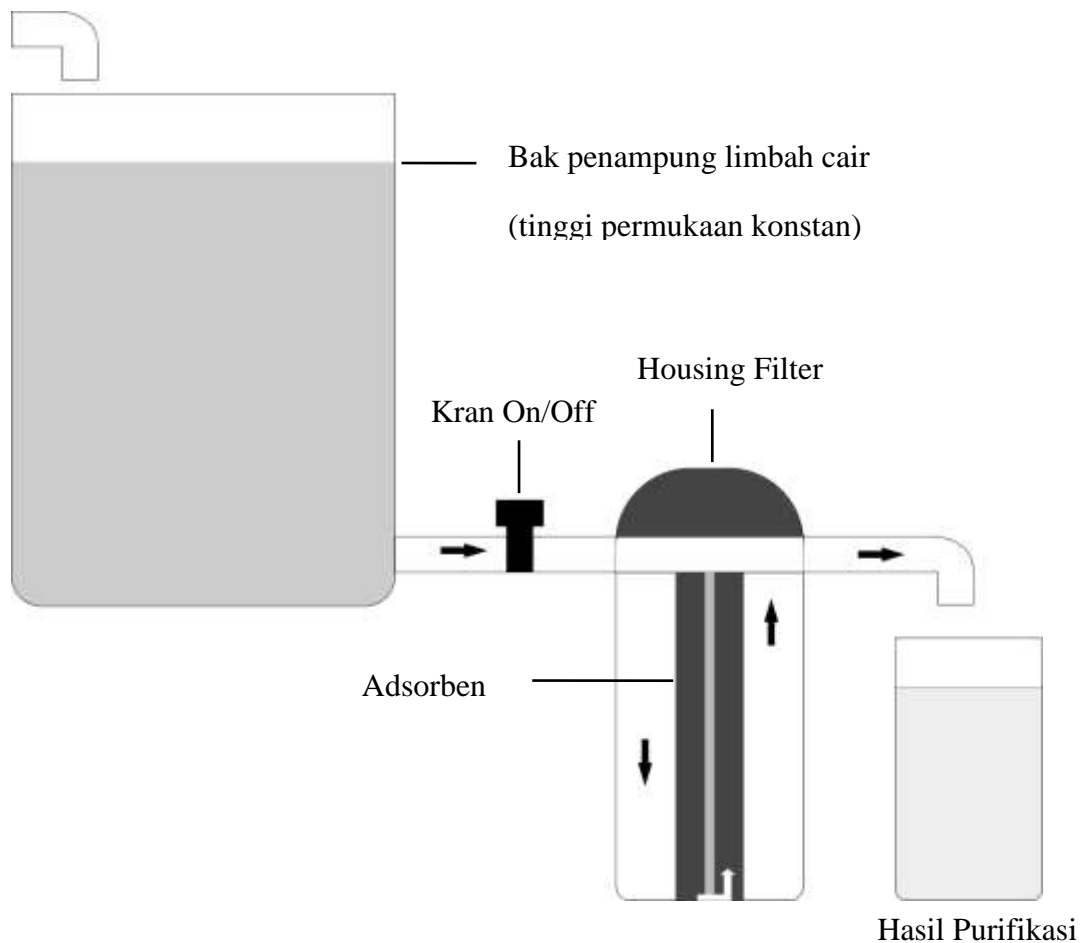
Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktorial (3x3). Faktor pertama adalah jenis bahan yang berpengaruh sebagai adsorben, yang terdiri dari 3 taraf yaitu karbon aktif, zeolit dan *sediment filter cartridge* (nano filter) 1 μ m. Faktor kedua adalah jenis sampel limbah yang digunakan, yaitu air sumur (kontrol), limbah surfaktan (deterjen), dan limbah pewarna Rhodamin B. Penelitian ini terdapat 9 kombinasi perlakuan yang masing-masing

diulang sebanyak 10 kali ulangan, sehingga diperoleh 90 satuan percobaan. Kombinasi perlakuan dari kedua faktor di atas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan

No	PERLAKUAN	Simbol
1	Air – Nano Filter	A1B1
2	Air - Karbon Aktif	A1B2
3	Air - Zeolit	A1B3
4	Surfaktan – Nano Filter	A2B1
5	Surfaktan – Karbon Aktif	A2B2
6	Surfaktan – Zeolit	A2B3
7	Rodhamin B – Nano Filter	A3B1
8	Rodhamin B – Karbon Aktif	A3B2
9	Rodhamin B - Zeolit	A3B3

Rancangan ini dibuat menggunakan bak penampung dengan tinggi 35 cm dan berdiameter 30 cm. Bak penampung dilubangi pada 5 cm dari dasar bak kemudian dipasang drat dan disambungkan ke pipa berukuran $\frac{3}{4}$ inch. Pada bagian ujung pipa dipasang kran untuk memudahkan dalam pengukuran debit volume, dan ujung kran disambungkan pada *Housing Filter*. *Housing Filter* berbentuk tabung silinder transparan dan bagian dalamnya dilengkapi dengan tabung berwarna biru yang memiliki tinggi 25,4 cm diameter 8 cm. Tabung ini dilengkapi saringan pada bagian penutup dan dasar, berfungsi untuk menampung bahan karbon aktif dan zeolit yang akan digunakan sebagai adsorben. Model rancangan alat ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rancangan Housing Filter.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pengukuran konduktivitas hidraulik jenuh dan proses purifikasi limbah cair menggunakan metode permukaan tetap/*Constant Head Permeameter* (Klute and Dirksen, 1986). Prosedur pengukurannya sebagai berikut:

1. Sebelum dilakukan pengukuran, disiapkan 3 jenis adsorben yaitu karbon aktif, zeolit dan *sediment filter catridge*. Karbon aktif dan zeolit dimasukkan ke dalam tabung biru *housing filter* dengan ketinggian masing-masing 23 cm.
2. Jika pengukuran menggunakan *sediment filter catridge*, maka tabung biru dilepas dan nano filter dipasang pada bagian dalam housing filter sebagai penggantinya. Pastikan tutup housing dalam keadaan rapat untuk menghindari

rembesan air melalui sela-sela *housing filter*. Begitu pula selanjutnya untuk perlakuan filter berisi karbon aktif dan zeolit.

3. Disiapkan 2 jenis limbah cair yang digunakan sebagai sampel limbah. Limbah surfaktan diperoleh dari pengenceran deterjen cair sebanyak 48 ml yang mengandung 25% surfaktan dengan 10 liter air. Sedangkan limbah Rhodamin B diperoleh dari pengenceran bubuk rhodamin B 200 ppm atau 0,2 g/liter air.
4. Limbah cair yang sudah siap dialirkan ke *housing filter*. Pada saat keran dibuka, limbah akan menjenuhi bagian dalam *housing* sebelum mengalir keluar. Tinggi muka air pada bak penampung dipertahankan secara konstan setinggi 50 cm. Lama pengukuran adalah 60 detik.
5. Pengukuran volume air dilakukan selama 10 kali pada hari yang sama. Hasil pengukuran debit volume digunakan untuk menentukan nilai konduktivitas hidraulik jenuh.
6. Hasil purifikasi limbah dianalisis untuk memperoleh variabel pengamatan, yaitu TDS, pH dan warna limbah.

3.5 Variabel Pengamatan

Sampel limbah cair hasil purifikasi dianalisis untuk memperoleh variabel pengamatan. Variabel pengamatan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Variabel Pengamatan

No	Variabel Pengamatan	Metode	Keterangan
1	HC Value	Darcy's Law	Nilai konduktivitas hidraulik
2	Nilai TDS	TDS Meter	Nilai <i>Total Dissolved Solid</i>
3	pH limbah	Elektroda pH meter	pH sebelum dan sesudah purifikasi
4	<i>Visible Color</i> limbah	Blanko Warna	Uji perbandingan warna untuk sampel limbah

Uji perbandingan warna limbah hanya dilakukan untuk hasil penyaringan pada sampel limbah cair, sedangkan pengamatan untuk hasil penyaringan air (kontrol) dan surfaktan, hanya dilakukan pengamatan nilai TDS, pH, dan nilai konduktivitas hidraulik.

3.5.1 Hydraulic Conductivity Value (Nilai Konduktivitas Hidraulik)

Nilai konduktivitas hidraulik jenuh dihitung menggunakan hukum Darcy dengan persamaan sebagai berikut:

$$K = \frac{Q \cdot L \cdot 1}{t \cdot h \cdot A}$$

Nilai K merupakan konduktivitas hidraulik jenuh (ml jam^{-1}), Q merupakan banyaknya limbah cair yang keluar dari reaktor *housing filter* (ml), t merupakan waktu pengukuran (jam), L merupakan tebal susunan bahan adsorban (cm), h merupakan tinggi air dari permukaan adsorban (cm), dan A merupakan luas permukaan bagian dalam reaktor (cm^2).

3.5.2 Nilai Total Dissolved Solid (TDS)

Pengukuran nilai TDS dilakukan untuk mengetahui jumlah padatan terlarut dari sampel limbah yang telah melalui proses purifikasi. Prosedur pengukuran nilai TDS menggunakan TDS meter adalah sebagai berikut:

1. Membuka tutup alat TDS yang berada di bagian bawah, lalu tekan tombol ON untuk mengaktifkan.
2. Masukkan bagian sensor TDS ke dalam sampel limbah dan tunggu hingga nilai pembacaan muncul. Untuk mencegah perubahan nilai, tekan tombol HOLD dan angkat sensor dari sampel limbah.
3. Mencatat nilai TDS yang muncul dari alat pengukur. Selanjutnya, untuk mengetahui besar nilai TDS dalam satuan ppm, maka nilai TDS yang ditampilkan pada LCD dikalikan 10. Hal ini dapat dilihat pada bagian pojok

layar yang menunjukkan angka x10, dan digit maksimal yang ditunjukkan pada LCD TDS meter sebanyak 3 digit.

4. Perhitungan persentase penurunan indikator TDS sebelum dan sesudah pengolahan limbah dengan rumus berikut.

$$\text{Kadar \%} = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi akhir}}{\text{Konsentrasi awal}} \times 100$$

3.5.3 pH Limbah

Pengukuran pH limbah dilakukan menggunakan pH meter dengan prosedur sebagai berikut:

1. Menyiapkan larutan penyangga pH 4, 7 dan 10, selanjutnya dilakukan kalibrasi menggunakan 3 larutan tersebut.
2. Menyiapkan aquades dan tisu kering untuk membilas elektroda pH meter pada setiap pengukuran sampel limbah.
3. Pengukuran pH limbah dilakukan dengan cara mencelupkan elektroda ke dalam masing-masing sampel sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang stabil.
4. Melakukan pembilasan elektroda pH meter setiap pengukuran sampel limbah yang berbeda.

3.5.4 Visible Color Limbah

Uji perbandingan warna limbah menggunakan indikator warna Rhodamin B yang dibuat sebagai berikut.

1. Membuat larutan induk Rhodamin B 200 ppm dengan cara menimbang 0,02 g Rhodamin B, lalu dimasukkan ke dalam gelas ukur 1000 ml. Kemudian dimasukkan aquades 1000 ml sebagai pelarut, lalu larutan dihomogenkan.
2. Membuat larutan standar Rhodamin B 150 mg/L dengan memipet 75 ml larutan induk Rhodamin B 200 ppm, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml,

kemudian ditepatkan volumenya dengan aquades sampai tanda batas dan dihomogenkan.

3. Membuat larutan standar Rhodamin B 100 mg/L dengan memipet 50 ml larutan induk Rhodamin B 200 ppm, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, kemudian ditepatkan volumenya dengan aquades sampai tanda batas dan dihomogenkan.
4. Membuat larutan standar Rhodamin B 50 mg/L dengan memipet 25 ml larutan induk Rhodamin B 200 ppm, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, kemudian ditepatkan volumenya dengan aquades sampai tanda batas dan dihomogenkan.
5. Keempat larutan standar yang diperoleh akan digunakan sebagai indikator untuk membandingkan hasil purifikasi. Warna limbah yang paling mendekati menjadi penentu indikator penurunan warna limbah, yaitu 200 ppm untuk indikator 4 (0% penurunan), 150 ppm untuk indikator 3 (25% penurunan), 100 ppm untuk indikator 2 (50% penurunan), dan 50 ppm untuk indikator 1 (75% penurunan),

3.6 Analisis Data

Data hasil pengamatan dilakukan analisis sidik ragam menggunakan uji Bartlett dan aditivitasnya diuji menggunakan uji Tukey. Jika perlakuan berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan, perbedaan nilai tengah pada masing-masing perlakuan dilakukan uji BNT pada taraf 1%. Standar baku mutu hasil kualitas purifikasi limbah cair mengacu pada standar Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor KEP-51/MENLH/10/1995 dan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014 yaitu nilai maksimum pH limbah sebesar 6 – 9.

Parameter fisik dalam standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk media air untuk keperluan higiene dan sanitasi mengacu pada Permenkes No 32 Tahun 2017 yaitu nilai padatan terlarut atau TDS (*Total Dissolve Solid*) maksimal 1000 mg l⁻¹.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan nano filter sebagai adsorben pada perlakuan limbah surfaktan memiliki nilai konduktivitas hidraulik jenuh yang paling tinggi di antara perlakuan adsorben lainnya.
2. Persentase penurunan TDS adsorben zeolit pada perlakuan limbah surfaktan sebesar 25,99 % dan nano filter pada perlakuan kontrol sebesar 24,07 % menunjukkan nilai yang paling tinggi.
3. Perlakuan zeolit efektif untuk menurunkan kadar pH pada limbah Rhodamin B, akan tetapi meningkatkan kadar pH pada kontrol dan limbah surfaktan.
4. Perubahan warna Rhodamin B pada perlakuan zeolit sebesar 25 % menunjukkan hasil yang paling berpengaruh dibandingkan dengan nano filter dan karbon aktif.
5. Perlakuan zeolit memiliki memiliki nilai konduktivitas hidraulik jenuh paling rendah tetapi memiliki pengaruh paling baik terhadap kualitas air hasil purifikasi limbah cair.

4.2 Saran

Penulis menyarankan agar dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan mineral adsorben zeolit dan karbon teraktivasi untuk memaksimalkan daya adsorpsi, sehingga dapat meningkatkan keefektifannya dalam menurunkan indikator pencemaran pada limbah.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Latif, M.M., A.M.F. El- Kady, A.M. Ibrahim, and M.E. Ossman. 2010. Alginate/ Polyvinyl Alcohol - Kaolin Composite For Removal Of Methylene Blue From Aqueous Solution in a Batch Stirred Tank Reactor. *Journa ofl American Science* 6 (5) : 280-292.
- Adeyemo, A.A., I.O. Adeoye and O.S. Bello. 2017. Adsorption of Dyes Using Different Types of Clay : A review. *Applied Water Science*. 7 : 543 – 568.
- Agustina, S. 2006. Teknologi Membran dalam Pengolahan Limbah Cair Industri. *Bulletin Penelitian*. 28 (1) : 18 – 24.
- Asadiya, A., dan N. Karnaningroem. 2018. Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Proses Aerasi, Pengendapan, dan Filtrasi Media Zeolit-Arang Aktif. *Teknik ITS*. 7 (1) : D18 – D22.
- Chandra, D.A.P. 2012. Degradasi Fotokatalitik Zat Warna Tekstil Rhodamin B Menggunakan Zeolit Terimpregnasi TiO₂. *Skripsi*. Universitas Airlangga. Surabaya
- Dariah, A., U. Kurnia., F. Agus dan A. Adimiharja. 2006. *Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Farida, F.I. 2009. Pemanfaatan Zeolit Alam Lampung sebagai Bahan Pengikat pada Proses Flotasi untuk Mengolah Limbah Cair yang Mengandung Amonia. *Skripsi*. Universitas Indonesia. Depok
- Fauzi, W.A., I.N. Simpen dan I.W. Sudiarta. Sintesis dan Karakterisasi Zeolit-TiO₂ serta Pemanfaatannya sebagai Fotokatalis untuk Degradasi Rhodamin B. *Jurnal Kimia*. 13(1) : 74 – 81.
- Gustina, L.R., S. Koesnarpadi dan N. Hindryawati. 2020. Modifikasi Zeolit Alam dengan TiO₂ untuk Degradasi Rhodamin B dari Limbah Sarung Tenun secara Fotokatalis. *Jurnal Kimia Mulawarman*. 17(2) : 87 – 93.

- Habibi, I. 2012. Tinjauan Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Tekstil PT Sukun Tekstil Kudus. *Tugas Akhir*. Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Handika, G.S. Maulina, dan V.A. Mentari. 2017. Karakteristik Karbon Aktif dari Pemanfaatan Limbah Tanaman Kelapa Sawit dengan Penambahan Aktivator Natrium Karbonat (Na_2CO_3) dan Natrium Klorida (NaCl). *Jurnal Teknik Kimia*. 6(4) : 41 – 44.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2014. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014. <http://www.pelatihanlingkungan.com>. Diakses pada 9 Oktober 2018.
- Klute, A. and C.Dirksen. 1986. *Hydraulic Conductivity and Diffusivity: Laboratory Methods*. In: Klute, A., Ed., *Methods of Soil Analysis*. Part 1: Physical and Miner Alogical Methods, 2nd Edition, Agronomy Monograph No. 9. ASA. Madison.
- Lestari, D.Y. 2010. Kajian Modifikasi dan Karakterisasi Zeolit Alam dari Berbagai Negara. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Luanmanee, S,T. Attanandana, B. Saitthiti, C. Panichajakul, and T. Wakatsuki. 1999. *Efficiency of the Multi Soil Layering with Various Organic Material Components on Domestic Wastewater Treatment*. Faculty of Life and Enviromental Science Shimane University. Japan.
- Luanmanee, S., T. Attanandana., T. Masunaga, and T. Wakatsuki. 2002. *Treatment of Domestic Wastewater with a Multi-Soil-Layering (MSL) System in a Temperate and a Tropical Climate*. Soil Science Division of Chatuchak. Bangkok
- Masunaga, T., K. Sato, J. Mori, M. Shirahama, H. Kudo, dan T. Wakatsuki. 2007. Characteristic of Wastewater Treatment using a Multisoil-Layering System in Relation to Waswater Contamination Levels and Hydraulic Loading Rate. *Soil Science and Plant Nutrition*. 53 : 215 – 223.
- Nasir, S., T. Budi, dan I. Silviaty. 2013. Aplikasi Filter Keramik Berbasis Tanah Liat Alam dan Zeolit pada Pengolahan Air Limbah Hasil Proses Laundry. *Jurnal Bumi Lestari*. 13 (1) : 45 – 51.
- Nursanti, Ida dan N. Kemala. 2019. Peranan Zeolit dalam Peningkatan Kesuburan Tanah Pasca Penambangan. *Jurnal Media Pertanian*. 49(2) : 88 – 91.

- Pakpahan, J.K., P.K. Karo dan B.J. Suroto. 2014. Studi Luas Permukaan Spesifik Zeolit Akibat Pengaruh Mikrostruktur dan Potensinya Sebagai Elektrode Superkapasitor. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*. 5 (1) : 19 – 24.
- Permana, D. 2008. Pengolahan Limbah Cair yang Mengandung Amonia dengan Menggunakan Zeolit Alam Lampung sebagai Bahan Pengikat dengan Metode Flotasi Udara : Studi Kasus Pengaruh pH, Koagulan PAC dan Surfaktan SLS. *Skripsi*. Universitas Indonesia.
- Rokayah, S. 2016. Analisis Struktur dan Luas Permukaan Spesifik Zeolit Berbasis Silika Sekam Padi Akibat Variasi Suhu Kalsinasi 150 °C, 250 °C, dan 350 °C. *Skripsi*. FMIPA Universitas Lampung.
- Rosyidah, E., R.Wirosoedarmo. 2013. Pengaruh Sifat Fisik Tanah pada Konduktivitas Hidrolik Jenuh di 5 Penggunaan Lahan (Studi Kasus di Kelurahan Sumber Sari Malang. *Agritech*. 33 (3) : 340 – 345.
- Sahara, E., P.S. Gayatri, dan P. Suarya. 2018. Adsorpsi Zat Warna Rhodamin-B dalam Larutan oleh Arang Aktif Batang Tanaman Gunitir Teraktivasi Asam Fosfat. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*. 6(1) : 37 – 45.
- Sato, K., Y. Iha, S. Luanmanee, T. Masunaga, and T. Wakatsuki. 2002. Long term on-site experiments and mass balances in waste water treatment by multi-soil-layering system. *Symposium no. 55 WCSS*. 1 – 10.
- Sholeha, N.A. 2017. *Karakteristik Pori pada Zeolit : Modifikasi dan Aplikasi* (Review). Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Sulistiyanti, D., Antoniker, dan Nasrokhah. 2018. Penerapan Metode Filtrasi dan Adsorpsi dalam Pengolahan Limbah Laboratorium. *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)*. 3 (2) : 147 – 156.
- Telussa, R.F., F. Rahmatia, dan A. Nainggolan. 2019. Sosialisasi Dampak Pencemaran Air terhadap Biota Akuatik dan Strategi Pengendaliannya di Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum. *Jurnal Abdimas USNI*. 1(1) : 58 – 65.
- Warlina, L. 2004. *Pencemaran Air : Sumber, Dampak, dan Penanggulangannya*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.