

**ANALISIS PENYISIHAN PENCEMAR AIR
LIMBAH INDUSTRI KARET DENGAN
ADSORBEN KULIT NANAS**

TUGAS AKHIR



NOVIA KURNIAWATI

1900825201016

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI
2022**

**ANALISIS PENYISIHAN PENCEMAR AIR LIMBAH
INDUSTRI KARET DENGAN ADSORBEN KULIT
NANAS**

TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**



NOVIA KURNIAWATI

1900825201016

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENYISIHAN PENCEMAR AIR LIMBAH
INDUSTRI KARET DENGAN ADSORBEN KULIT NANAS

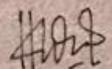
Tugas Akhir ini telah dipertahankan pada Sidang Tugas Akhir
Komprehensif Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik
Universitas Batanghari

Nama : Novia Kurniawati
NPM : 1900825201016
Hari/Tanggal : Senin, 14 Maret 2022
Tempat : Ruang Fakultas Teknik Universitas Batanghari

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

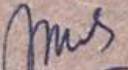
Ketua:

1. Hadrah, ST., MT
NIDN: 1020088802

()

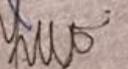
Sekretaris:

2. Marhadi, ST., M.Si
NIDN: 1008038002

()

Anggota:

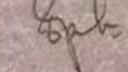
3. Monik Kasman, ST., M.Eng, Sc
NIDN: 0003088001

()

4. Anggrika Riyanti, ST., M.Si
NIDN: 1010028704

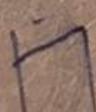
()

5. Sarah Fiebrina Heraningsih, ST., MT
196437

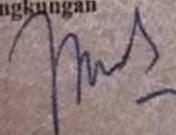
()

Disahkan Oleh:

Dekan Fakultas Teknik


Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME
NIDN: 1015126501

Ketua Program Studi Teknik
Lingkungan


Marhadi, ST., M.Si
NIDN: 1008038002

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS PENYISIHAN PENCEMAR AIR LIMBAH
INDUSTRI KARET DENGAN ADSORBEN KULIT NANAS

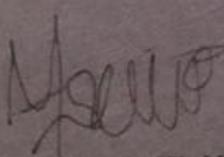
TUGAS AKHIR

Oleh

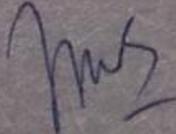
NOVIA KURNIAWATI
1900825201016

Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi, menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan Judul dan Penyusun sebagaimana tersebut di atas telah disetujui sesuai dengan prosedur, ketentuan, kelaziman yang berlaku pada Program Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.

Pembimbing I


Monik Kasman, ST., M.Eng. Sc
NIDN: 0003088001

Jambi, 25 Maret 2022
Pembimbing II


Marhadi, ST., M.Si
NIDN: 1008038002

ABSTRAK

ANALISIS PENYISIHAN PENCEMAR AIR LIMBAH INDUSTRI KARET DENGAN ADSORBEN KULIT NANAS

Novia Kurniawati; Dibimbing oleh Monik Kasman, ST., M.Eng, Sc*) dan Marhadi, ST., M.Si*)

Kulit nanas dipilih untuk menjadi adsorben dalam penelitian ini karena dalam kulit nanas mengandung selulosa 23,39%; hemiselulosa 42,72% dan lignin 4,03%. Dimana kandungan tersebut memiliki kemampuan sebagai adsorben yang dapat digunakan untuk menyerap polutan pada air limbah. Adsorpsi adalah proses pengumpulan substansi terlarut dalam larutan oleh permukaan zat penyerap. Untuk meningkatkan hasil adsorpsi dilakukan proses aktivasi terhadap adsorben dengan menggunakan aktivator HNO_3 yang memiliki kemampuan memperluas porositas karbon aktif. Parameter kunci air limbah industri crumb rubber salah satunya BOD (Biological Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand) dan amonia. Apabila parameter tersebut nilainya melebihi baku mutu yang telah ditetapkan dan tidak dilakukan pengolahan, berpotensi menyebabkan pencemaran khususnya sungai sebagai badan air penerima. Adsorben kulit nanas memiliki tingkat penyisihan pencemar air limbah industri karet pada parameter BOD yang optimum pada massa adsorben 1 gr dengan kecepatan pengadukan 50 rpm memiliki efisiensi 96.94%. Kemudian pada parameter COD yang optimum pada massa adsorben 1 gr dengan kecepatan pengadukan 50 rpm memiliki efisiensi 97.64% dan pada parameter amonia yang optimum pada massa adsorben 1 gr dengan kecepatan pengadukan 150 rpm memiliki efisiensi 99.72%.

Kata Kunci : Kulit Nanas, Adsorpsi Air Limbah Industri Karet, BOD, COD, Amonia, Mekanisme Adsorpsi

ABSTRACT

Pineapple peel was chosen to be the adsorbent in this study because the pineapple peel contains 23.39% cellulose; hemicellulose 42.72% and lignin 4.03%. Where the content has the ability as an adsorbent that can be used to absorb pollutants in wastewater. Adsorption is the process of collecting dissolved substances in solution by the surface of the adsorbent. To increase the adsorption results, an activation process was carried out on the adsorbent using HNO₃ activator which has the ability to expand the porosity of activated carbon. One of the key parameters of crumb rubber industrial wastewater is BOD (Biological Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand) and ammonia. If the parameter value exceeds the quality standard that has been set and no processing is carried out, it has the potential to cause pollution, especially rivers as receiving water bodies. Pineapple peel adsorbent has a pollutant removal level of rubber industrial wastewater at the optimum BOD parameter at an adsorbent mass of 1 g with a stirring speed of 50 rpm and has an efficiency of 96.94%. Then the optimum COD parameter at 1 g adsorbent mass with a stirring speed of 50 rpm has an efficiency of 97.64% and the optimum ammonia parameter at 1 g adsorbent mass with a stirring speed of 150 rpm has an efficiency of 99.72%.

Keywords: Pineapple Peel, Rubber Industry Wastewater Adsorption, BOD, COD, Ammonia, Adsorption Mechanism

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN



Yang Bertanda Tangan di bawah ini:

Nama : Novia Kurniawati

NPM : 1900825201016

Judul : Analisis Penyisihan Pencemar Air
Limbah Industri Karet Dengan
Adsorben Kulit Nanas

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Laporan Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi dari akademik Universitas Batanghari sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Jambi, 25 Maret 2022

Novia Kurniawati

PRAKATA

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT, atas karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Penyisihan Pencemar Air Limbah Industri Karet Dengan Adsorben Kulit Nanas”. Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan pendidikan program Strata-1 (S-1) di program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari Jambi.

Selama proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penulis mendapat banyak bimbingan, do'a dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala rasa hormat penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H. Fakrul Rozi Yamali, ME Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
2. Bapak Marhadi, S.T, M.Si. Selaku Ketua Progam Studi Teknik Lingkungan dan Selaku Dosen Pembimbing II tugas akhir yang selalu memberikan arahan serta bimbingan.
3. Ibu Monik Kasman, S.T, M.Eng.Sc. Selaku Dosen Pembimbing I tugas akhir yang selalu memberikan arahan serta bimbingan.
4. Kedua Orang Tua yang memberikan dukungan kepada penulis baik dalam bentuk materil dan do'a.
5. Sisca Afrilia Silalahi sebagai sahabat seperjuangan dalam menempuh pendidikan dan menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Restu Fitriyah Husna, Fathur Ardi, Yaris Riyadi, Heru Prasetya dan Juanda Prayuda sebagai teman-teman yang telah membantu selesainya tugas akhir ini.
7. Odoy yang telah memberikan semangat dan membatu dalam selesainya tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan yang tulus. Laporan Tugas Akhir ini telah ditulis dan disusun dengan sebaik-baiknya, namun penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih belum memenuhi kriteria sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran akan penulis terima dengan lapang dada untuk memperbaiki penulisan dan isi laporan ini. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat sebagaimana mestinya kepada pembaca.

Jambi, Maret 2022
Dengan Hormat

Novia Kurniawati
1900825201016

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	X
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Air Limbah Industri.....	6
2.2 Air Limbah Industri Karet	6
2.2.1 Karakterik Air Limbah Industri Karet	7
2.2.2 Baku Mutu Air Limbah Industri Karet	8
2.3 Pengertian Adsorpsi	9
2.3.1 Mekanisme Adsorpsi	10
2.3.2 Jenis Adsorpsi.....	11
2.3.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Adsorpsi.....	12
2.4 Nanas	13
2.4.1 Limbah Kulit Nanas.....	14
2.4.2 Kandungan Kulit Nanas.....	15
2.5 Karakteristik Aktivator H ₂ SO ₄	15
2.6 Penelitian Terdahulu.....	16
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	19

3.1 Jenis Penelitian	19
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	19
3.3 Variabel Penelitian	19
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	20
3.5 Alur Penelitian.....	21
3.6 Tahapan Penelitian	22
3.6.1 Preparasi Adsorben	22
3.6.2 Proses Karbonisasi	22
3.6.3 Proses Aktivasi	22
3.7 Karakterisasi Adsorben Kulit Nanas	22
3.8 Ekperimen Batch	23
3.9 Pengujian pengaruh Jumlah Adsorben dan Kecepatan Pengadukan.....	24
3.10 Efisiensi Penyerapan.....	25
3.11 Analisis Data	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Karakterisasi Adsorben	28
4.2 Efisiensi Penyisihan BOD (Biological Oxygen Demand)	29
4.2.1 Rekapitulasi Hasil Penyisihan BOD (Biological Oxygen Demand)	30
4.2.2 Pengaruh Kecepatan Pengadukan.....	31
4.2.3 Pengaruh Massa Adsorben.....	32
4.3 Efisiensi Penyisihan COD (Chemichal Oxygen Demand).....	34
4.3.1 Rekapitulasi Hasil Penyisihan COD (Chemichal Oxygen Demand)....	34
4.3.2 Pengaruh Kecepatan Pengadukan.....	35
4.3.3 Pengaruh Massa Adsorben.....	37
4.4 Efisiensi Amonia	39
4.4.1 Rekapitulasi Hasil Penyisihan Amonia.....	39
4.4.2 Pengaruh Kecepatan Pengadukan	40
4.4.3 Pengaruh Massa Adsorben.....	42
4.5 Isotherm Adsorpsi	44
4.5.1 BOD (Biological Oxygen Demand)	44
4.5.2 COD (Chemical Oxygen Demand).....	49

4.5.3 Amonia.....	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Buah Nanas Soedarya (2009).....	14
Gambar 2.2 Limbah Kulit Nanas Nurhayati, 2014	15
Gambar 3.1 Alur Penelitian	21
Gambar 4.1 Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Penyisihan BOD	32
Gambar 4.2 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Penyisihan BOD.....	33
Gambar 4.3 Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Penyisihan COD	37
Gambar 4.4 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Penyisihan COD.....	38
Gambar 4.5 Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Penyisihan Amonia.....	41
Gambar 4.6 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Penyisihan Amonia	43
Gambar 4.7 Grafik Isotherm Freundlich.....	45
Gambar 4.8 Grafik Isotherm Langmuir	46
Gambar 4.9 Grafik Isotherm Freundlich.....	50
Gambar 4.10 Grafik Isotherm Langmuir	51
Gambar 4.11 Grafik Isotherm Freundlich.....	54
Gambar 4.12 Grafik Isotherm Langmuir	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Air Limbah Industri Karet.....	8
Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Industri Karet	9
Tabel 2.3 Daftar Penelitian Terdahulu	17
Tabel 3.1 Variabel Bebas Dalam Eksperimen	23
Tabel 4.1 Hasil Uji Karakterisasi Adsorben	28
Tabel 4.2 Tabel Hasil Pengujian Penyisihan BOD	30
Tabel 4.3 Hasil Uji Parameter BOD Pengaruh Kecepatan Pengadukan	31
Tabel 4.4 Hasil Uji Parameter BOD Pengaruh Massa Adsorben	33
Tabel 4.5 Tabel Hasil Pengujian Penyisihan COD	35
Tabel 4.6 Hasil Uji Parameter COD Pengaruh Kecepatan Pengadukan	36
Tabel 4.7 Hasil Uji Parameter COD Pengaruh Massa Adsorben	38
Tabel 4.8 Tabel Hasil Pengujian Penyisihan Amonia.....	40
Tabel 4.9 Hasil Uji Parameter amonia Pengaruh Kecepatan Pengadukan	41
Tabel 4.10 Hasil Uji Parameter amonia Pengaruh Massa Adsorben	42
Tabel 4.11 Perhitungan Isotherm Freundlich.....	45
Tabel 4.12 Perhitungan Langmuir Isotherm	46
Tabel 4.13 Perbandingan nilai persamaan isotherm	48
Tabel 4.14 Perhitungan Isotherm Freundlich.....	49
Tabel 4.15 Perhitungan Langmuir Isotherm	50
Tabel 4.16 Perbandingan nilai persamaan isotherm	52
Tabel 4.17 Perhitungan Isotherm Freundlich.....	54
Tabel 4.18 Perhitungan Langmuir Isotherm	55
Tabel 4.19 Perbandingan Nilai Persamaan Isotherm	57

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN PERHITUNGAN	64
Lampiran 1: Pembuatan Larutan	64
Lampiran II. Perhitungan Karakterisasi Adsorben	65
Lampiran III: Perhitungan Kapasitas Adsorpsi dan Evisiensi Penyerapan	67
Lampiran IV: Perhitungan Isotherm Adsorpsi	73
LAMPIRAN GAMBAR.....	80

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Provinsi Jambi tepatnya di Kabupaten Muaro Jambi Kecamatan Sungai Gelam Kelurahan Tangkit terdapat perkebunan nanas yang cukup luas. Nanas adalah salah satu buah tropis yang memiliki nilai ekonomi cukup tinggi dan banyak dijadikan usaha oleh petani di Indonesia. Sejauh ini bagian dari nanas yang dimanfaatkan hanya daging buah untuk dikonsumsi, sementara itu kulitnya hanya menjadi limbah.

Kulit nanas dipilih untuk menjadi adsorben dalam penelitian ini karena pada penelitian terdahulu oleh Sofyan (2020) telah dilakukan karakterisasi terhadap adsorben kulit nanas dengan hasil kadar air 6,91% dan kadar abu 6,94%. Berdasarkan penelitian menurut (Chaokaur dkk, 2009) dalam kulit nanas mengandung selulosa 23,39%; hemiselulosa 42,72% dan lignin 4,03%. Dimana kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin memiliki kemampuan sebagai adsorben yang dapat digunakan untuk menyerap polutan pada air limbah.

Air limbah industri karet adalah air hasil samping dari industri tersebut. Dalam industri karet digunakan bahan kimia sebagai koagulan untuk karet tersebut dan air dalam jumlah yang cukup besar untuk proses pencucian. Hal tersebut yang menyebabkan dalam produksi industri karet banyak menghasilkan air limbah. Air limbah dari pabrik karet mengandung komponen karet (Protein, karotenoid dan garam anorganik) dan bahan kimia yang ditambahkan selama pengolahan berlangsung (Nurhayati dkk, 2013). Kandungan tersebut yang dapat

menimbulkan kerusakan pada ekosistem yang hidup di perairan jika langsung dilepaskan ke lingkungan tanpa ada pengolahan sebelumnya.

Dalam penelitian ini penulis melakukan penelitian terhadap tiga parameter air limbah industri karet yaitu BOD, COD dan amonia. Air limbah dari industri karet mengandung senyawa organik yang relatif tinggi. Hal ini yang menyebabkan nilai BOD dan COD pada air limbah industri karet menjadi tinggi (Yulianti dkk, 2005). Selain itu kandungan amonia juga menjadi kandungan yang cukup tinggi yang menyebabkan timbulnya bau pada air limbah (Nurhayati dkk, 2013). Menurut Dewi dkk (2020) kandungan BOD, COD dan amonia dalam air limbah industri karet secara berturut 566 mg/L; 1403mg/L dan amonia 83 mg/L. Adsorpsi merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam menurunkan konsentrasi senyawa yang berlebih dalam air limbah industri karet.

Adsorpsi adalah proses pengumpulan substansi terlarut dalam larutan oleh permukaan zat penyerap (Giyatami, 2008). Untuk meningkatkan hasil adsorpsi dilakukan proses aktivasi terhadap adsorben dengan menggunakan aktivator HNO_3 yang memiliki kemampuan memperluas porositas karbon aktif (Puzy et al, 2008). Dalam penelitian terdahulu oleh Fatmi dan Putra (2018), diketahui bahwa daya serap adsorben terhadap logam dengan aktivator HNO_3 sebesar 1,7745 mg/L.

Berdasarkan penjelasan diatas, maka pada penelitian ini penulis menggunakan metode adsorpsi sebagai upaya pengisihan pencemar air limbah industri karet. Namun penelitian yang menggunakan kulit nanas sebagai adsorben untuk penyisihan pencemar dari air limbah industri karet belum banyak dilakukan oleh karena itu pada penelitian ini dipilihlah kulit nanas sebagai adsorbennya.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana efisiensi penyisihan BOD, COD dan amonia dalam air limbah industri karet menggunakan adsorben kulit nanas?
2. Bagaimana pengaruh jumlah adsorben yang digunakan dalam penyisihan BOD, COD dan amonia dalam air limbah industri karet?
3. Bagaimana pengaruh kecepatan pengadukan dalam penyisihan BOD, COD dan amonia dalam air limbah industri karet?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui efisiensi penyisihan BOD, COD dan amonia dalam air limbah industri karet menggunakan adsorben kulit nanas.
2. Mengetahui pengaruh jumlah adsorben yang digunakan dalam penyisihan BOD, COD dan amonia dalam air limbah industri karet.
3. Mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan dalam penyisihan BOD, COD dan amonia dalam air limbah industri karet.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dapat menyajikan informasi mengenai pemanfaatan kulit nanas sebagai adsorben yang dapat digunakan untuk penyerapan pencemar air limbah industri karet.
2. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah air limbah industri karet yang ada di Kota Jambi.
2. Adsorben yang digunakan adalah adsorben dari kulit nanas.
3. Aktivator yang digunakan yaitu HNO_3
4. Parameter air limbah industri karet yang diuji dalam penelitian ini adalah BOD, COD dan amonia.
5. Jumlah adsorben yang digunakan adalah 0,5 gr; 1 gr dan 1,5 gr.
6. Kecepatan pengadukan yang digunakan adalah 50 rpm; 100 rpm dan 150 rpm.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penyusunan proposal tugas akhir dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada BAB I, menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada BAB II, menjelaskan teori pendukung yang berhubungan dengan air limbah industri karet, adsropsi, kulit nanas, dan penelitian terdahulu mengenai air limbah dan pemanfaatan kulit nanas sebagai adsorben.

BAB III : METODE PENELITIAN

Pada BAB III menjelaskan mengenai metode yang digunakan pada penelitian serta prosedur pelaksanaan penelitian. Dalam BAB III ini juga dijelaskan bagaimana mengetahui tingkat efisiensi adsorben kemudian mengetahui pengaruh dari jumlah adsorben dan kecepatan pengadukan.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada BAB IV menjelaskan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan dari hasil yang telah didapatkan. Pada BAB IV juga menjelaskan pengaruh massa adsorben dan kecepatan pengadukan terhadap nilai efisiensi dari penyisihan BOD, COD dan amonia.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab V menjelaskan kesimpulan dari semua hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menjawab semua tujuan dan menjeskan mengenai saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah Industri

Air limbah merupakan hasil kotoran dari manusia dan rumah tangga serta hasil produksi suatu industri. Dalam kategorinya air limbah dibagi menjadi tiga bagian yaitu yang pertama air limbah domestik yang berasal dari aktivitas rumah tangga dan perkantoran, yang kedua air limbah industri dan yang ketiga air limbah dari pertanian (Said, 2017).

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 air limbah adalah hasil sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair. Limbah cair industri yaitu limbah hasil buangan dari suatu industri yang memiliki kandungan berbahaya jika konsentrasinya terlalu tinggi.

Air limbah industri memiliki dampak bervariasi terhadap mutu air penerima tergantung pada jenis, sifat dan volume air yang di buang ke dalam air penerima tersebut. Air limbah industri berasal dari serangkaian proses produksi yang dilakukan oleh suatu industri dengan demikian air limbah tersebut mengandung komponen yang berasal dari proses tersebut dan apabila tidak ada pengolahan dengan tepat maka akan dapat membahayakan badan air penerima (Moertinah, 2010).

2.2 Air Limbah Industri Karet

Dalam industri karet, tidak hanya hasil produk yang dihasilkan tetapi ada produk samping yang tidak diinginkan seperti limbah. Limbah yang dihasilkan dari proses tersebut sebagian besar terdiri dari air dan zat-zat sisa dari hasil

pengolahan. Dalam industri karet banyak digunakan bahan kimia sebagai koagulan untuk karet tersebut dan air dalam jumlah yang cukup besar untuk proses pencucian. Hal tersebut yang menyebabkan dalam produksi industri karet banyak menghasilkan air limbah. Air limbah dari pabrik karet mengandung komponen karet (Protein, karotenoid dan garam anorganik) dan bahan kimia yang ditambahkan selama pengolahan berlangsung (Nurhayati dkk, 2013).

Air limbah industri karet memiliki dampak bagi perairan yaitu terganggunya kehidupan biotik yang disebabkan meningkatnya kandungan organik di perairan. Meningkatnya kandungan organik di perairan maka akan terbentuk kondisi anaerobik (tidak ada udara) yang akan menghasilkan produk dekomposisi berupa amonia, hidrogen sulfida, karbondioksida dan gas metana. Apabila kandungan organik didalam perairan tersebut tidak terlalu tinggi maka selama proses degradasi limbah oksigen yang digunakan tidak terlalu banyak dan cepat di gantikan dengan oksigen baru dari proses fotosintesis (Dewi dkk, 2020).

2.2.1 Karakterik Air Limbah Industri Karet

Tingginya polutan yang terkandung dalam air limbah tersebut mengandung berbagai zat organik dan padatan tersuspensi yang mana menjadi penyebab terjadinya perubahan fisika, kimia dan biologi dalam perairan. Dalam industri karet banyak menghasilkan air pada saat proses pencucian, hal ini yang menyebabkan pada saat produksi banyak menghasilkan air limbah. Air limbah yang dihasilkan pada industri karet mengandung karatenoid, lipid, protein dan garam organik) juga penambahan zat kimia untuk proses produksi karet (Nurhayati dkk, 2013).

Menurut (Dewi dkk, 2020) air limbah industri karet sumber utamanya berasal dari air buangan dan proses-proses tertentu seperti pada proses breaker ada bau yang di timbulkan dari bahan baku dan air buangannya hal serupa juga terjadi pada proses hammer mill dan proses penjemuran. Berikut ini tabel 2.1 karakteristik dari air limbah industri karet:

Tabel 2.1 Karakteristik Air Limbah Industri Karet

Parameter	Karet Remah	
	Kisaran	Rataan
Ph	6,7-6,9	6,78
COD (mg/L)	1352-1488	1403
BOD (mg/L)	420-725	566
NH ₃ (mg/L)	73-154	83

Sumber: Dewi dkk (2020)

Karakteristik air limbah yang berasal dari produksi industri karet dapat dilihat dari rata-rata parameter yaitu COD 1403 mg/L; BOD 566 mg/L dan amonia 83 mg/L (Dewi dkk, 2020).

2.2.2 Baku Mutu Air Limbah Industri Karet

Baku mutu air limbah merupakan suatu aturan untuk menentukan batas kadar suatu zat atau bahan pencemar yang di perbolehkan untuk dilepas ke lingkungan agar tidak menimbulkan bahaya bagi lingkungan. Baku mutu sangat penting ditetapkan karena untuk menghindari pencemaran dan kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh limbah. Air limbah industri karet diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014

Tentang Baku Mutu Air Limbah, dimana dalam peraturan tersebut di tetapkan baku mutu setiap parameter di tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Industri Karet

Parameter	Lateks Pekat	
	Kadar Paling Tinggi (mg/L)	Baban Pencemar Paling Tinggi (kg/ton)
BOD ₅	100	4
COD	250	10
TSS	100	4
Amonia Total	15	0,6
Nitrogen Total	25	1,0
pH	6,0-9,0	

Sumber: PERMEN LH No 5 Th 2014

2.3 Pengertian Adsorpsi

Proses pengumpulan substansi terlarut dalam larutan oleh permukaan zat penyerap yang membuat masuknya bahan dan mengumpul dalam zat penyerap disebut adsorpsi. Dalam adsorpsi zat yang di serap disebut adsorbat dan zat yang menyerap disebut adsorben (Giyatami, 2008).

Pada proses adsorpsi, terdapat 2 metode yakni metode *batch* (perendaman) dan metode kolom (*fixed bed*). Metode perendaman atau metode *batch* dilakukan dengan cara mencampurkan larutan dengan bahan penyerap lalu dikocok hingga dicapai kesetimbangan. Untuk mencapai kesetimbangan adsorben dijenuhkan oleh adsorbat, lalu zat yang tak terserap dipisahkan dari campuran kemudian disaring. Apabila telah mencapai kesetimbangan, konsentrasi zat dalam filtrat diukur untuk menentukan keadaan kesetimbangan. Sedangkan metode *fixed bed* atau kolom

ditandai dengan adsorben yang diletakkan kedalam kolom untuk mengadsorpsi lalu adsorbat dialirkan kedalam kolom. Dari proses ini, larutan yang meninggalkan kolom merupakan larutan yang tidak teradsorpsi, kemudian adsorbat dialirkan kedalam kolom hingga padatan adsorben menjadi jenuh sehingga pemisahan yang diinginkan tidak lagi tercapai. Kemudian aliran tersebut dilewatkan pada kolom berikutnya hingga adsorben diganti dan dibuat Kembali (Astuti dkk, 2006).

2.3.1 Mekanisme Adsorpsi

Proses adsorpsi menunjukkan dimana molekul akan meninggalkan larutan dan menempel pada zat adsorben yang disebabkan adanya reaksi kimia dan fisika. Dalam prosesnya adsorpsi di pengaruhi pada sifat zat yang mengadsorpsi, sifat antar molekul yang diserap, konsentrasi, temperatur dan lain-lain (Khairunisa, 2008).

Adsorpsi dapat berlangsung apabila adanya kontak dengan adsorbat, sehingga didalamnya terjadi gaya kohesif atau gaya hidrostatis dan gaya ikatan hidrogen yang bekerja diantara molekul seluruh material. Gaya-gaya yang tidak seimbang menyebabkan perubahan-perubahan konsentrasi molekul pada interface solid atau fluida. Molekul fluida yang diserap tetapi tidak terakumulasi atau melekat ke permukaan adsorben disebut adsorptif sedangkan yang terakumulasi atau melekat disebut adsorbat (Ginting, 2008).

Mekanisme dalam adsorpsi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Langmuir dan Freundlich sebagai berikut:

a. *Adsorption Isotherm Langmunir*

Persamaan *Adsorption Isotherm Langmunir* menurut Kasman (2011) dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_m} \times C_e + \frac{1}{K_L \times q_m} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.1})$$

- Dimana :
- qm = Jumlah kadar yang teradsorpsi per gr pada konsentrasi C
 - KL = Konstanta kesetimbangan (aktifitas adsorpsi)
 - Ce = Kosentrasi adsorbat pada kesetimbangan
 - qe = Kapasitas adsorpsi maksimum

b. *Isotherm Adsorption Freundlich*

Persamaan *Isotherm Adsorption Freundlich* merupakan persamaan yang teradsorpsi dengan konsentrasi adsorbat dalam larutan (yang tidak teradsorpsi) menurut Kasman (2011) dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{x}{m} = K \cdot C^n \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.2})$$

$$\text{Log } q_e = \text{log } K_F + \frac{1}{n} \text{log } C_F$$

- Dimana :
- qe = Jumlah gr teradsorpsi per gr adsorben
 - CF = Kosentrasi adsorbat pada kesetimbangan
 - n dan KF = Tetapan

2.3.2 Jenis Adsorpsi

Menurut (Widayatno dkk, 2017), jenis adsorpsi dapat dibedakan menjadi dua yaitu:

1. Adsorpsi fisika

Dalam adsorpsi fisika terjadi apabila gaya intermolekular lebih besar dari gaya tarik antar molekul atau apabila gaya tarik menarik antara adsorbat dengan

permukaan adsorben itu lemah. Gaya ini disebut dengan gaya Van der Waals karena adsorbat dapat bergerak dari satu bagian ke bagian lain dari permukaan adsorben.

2. Adsorpsi kimia

Dalam adsorpsi kimia terjadi karena adanya pertukaran atau pemakaian elektron bersama antara molekul adsorbat dengan permukaan adsorben sehingga terjadi reaksi kimia.

2.3.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Adsorpsi

Dalam proses adsorpsi terdapat beberapa hal yang dapat mempengaruhi prosesnya menurut Widayatno dkk (2017), diantaranya:

1. Jenis-jenis adsorben

a. Adsorben polar

Memiliki daya adsorpsi yang besar terhadap golongan alkohol.

b. Adsorben non polar

Memiliki daya adsorpsi yang besar terhadap senyawa yang bersifat bas.

c. Adsorben basa

Memiliki daya adsorpsi yang besar terhadap senyawa yang bersifat asam.

2. Jenis adsorbat

Jika zat yang diadsorpsi merupakan elektrolit maka adsorpsi akan berlangsung lebih cepat hal ini karena larutan elektrolit terionisasi sehingga didalam larutan terdapat ion-ion dengan muatan berlawanan sehingga terjadi tarik-menarik Van der Waals semakin besar.

3. Luas permukaan

Semakin luas permukaan adsorben maka akan semakin cepat berlangsung adsorpsi karena semakin banyak penyerapan adsorbat.

4. Tekanan

Jika tekanan diperbesar maka proses adsorpsi semakin cepat karena semakin banyak adsorbat terserap.

5. Daya larut terhadap adsorben

Jika daya larut tinggi maka proses adsorpsi akan terhambat karena gaya untuk melarutkan adsorbat berlawanan dengan gaya tarik adsorben terhadap adsorbat.

6. Pengadukan

Proses pengadukan akan mempercepat adsorpsi karena molekul-molekul adsorbat dan adsorben akan saling bertumbukan.

2.4 Nanas

Buah nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) adalah salah satu jenis tanaman buah tropis yang cukup banyak tumbuh di Indonesia dan penyebarannya yang cukup merata. Buah nanas biasanya dimanfaatkan untuk konsumsi langsung ataupun dibuat beraneka macam olahan makanan dan minuman. Berdasarkan Deputi Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, nanas merupakan tanaman buah berupa semak yang memiliki nama ilmiah *Ananas comosius*. Nanas memiliki nama daerah neneh (Sumatera) dan danas (Sunda). Di Indonesia pada mulanya nanas hanya ditanam sebagai tanaman pekarangan, dan akhirnya meluas hingga dikedirikan di seluruh wilayah nusantara. Tanaman ini kini dipelihara di daerah tropic dan sub tropik.

Menurut Soedarya (2009), tanaman nanas merupakan tanaman dari famili *Bromeliaceae* atau *bromeliad*. Famili ini terdiri atas 45 genus dan 2000 spesies. Adapun gambar buah nanas dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini:



Gambar 2.1 Buah Nanas Soedarya (2009)

Secara sistematis tanaman nanas diklasifikasikan sebagai berikut:

- Divisio : Spermatophyta
- Sub Divisio : Angiospermae
- Class : Monocotyledoneae
- Ordo : Ferinosae (Bromeliales)
- Famili : Bromeliaceae
- Genus : *Ananas*
- Spesies : *Ananas comosus* (L.) Merr

2.4.1 Limbah Kulit Nanas

Kulit nanas adalah produk hasil samping yang terdiri dari sisa daging buah, kulit, dan kulit terluar. Kulit nanas jika tidak dimanfaatkan akan menyebabkan pencemaran lingkungan (Audies, 2015).

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistika 2018 produksi buah nanas pada tahun 2018 adalah sebesar 1.805.499 ton. Menurut (Nurhayati, 2014) limbah yang dihasilkan dari produksi buah nanas tersebut sebanyak 27% dari total produksi buah nanas. Proporsi limbah buah nanas terdiri dari 56% kulit. Limbah kulit nanas dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut ini:



Gambar 2.2 Limbah Kulit Nanas Nurhayati, 2014

2.4.2 Kandungan Kulit Nanas

Dalam kulit nanas menurut (Chaokaur dkk, 2009) terdapat kandungan selulosa 23,39%; hemiselulosa 42,72%; dan lignin 4,03%. Dimana dalam kandungan kulit nanas berupa selulosa, hemiselulosa dan liginin berpotensi untuk dijadikan sebagai adsoreben alami.

2.5 Karakteristik Aktivator HNO₃

Aktivasi adsorben dapat dilakukan dengan aktivasi fisika maupun aktivasi kimia. Aktivasi secara kimia adalah proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia. Aktivasi burfungsi mendegraasi atau menghidraasi molekul organik selama proses karbonisasi, membantu dekomposisi senyawa organik, dehidrasi air yang terjebak dalam rongga-rongga karbon, membatu menghilangkan hidrokarbon yang dihasilkan saat proses

karbonisasi dan melindungi permukaan karbon sehingga kemungkinan terjadinya oksidasi dapat dikurangi (Manocha, 2003).

Aktivasi dilakukan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, yaitu luas permukaan bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Jamilatun dan Setiawan, 2014).

Aktivasi HNO_3 (asam nitrat) memiliki kelebihan mampu memperluas porositas karbon aktif dan menyebabkan masuknya sebagian besar nitrat kedalam struktur karbon sehingga mampu meningkatkan perpindahan kation pada aktivasi HNO_3 (Puzy et al, 2008).

Penggunaan HNO_3 ini sebagai *reagen activator* dikarenakan HNO_3 bersifat sebagai oksidator yang dapat mengoksidasi adsorben, akibatnya permukaan adsorben akan membentuk pori-pori baru maupun memperbesar diameter pori-pori pada adsorben yang dapat meningkatkan daya adsorpsi (Ramadhani, 2021).

2.6 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian ini penulis menggunakan beberapa tinjauan dari penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai rujukan dalam penelitian ini. Adapun beberapa penelitian terdahulunya yaitu:

Tabel 2.3 Daftar Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
1	Rianto (2020)	Analisis Kemampuan Daun Kulit dan Mahkota Limbah Nanas Dalam Menguraikan Limbah Pewarna Buatan <i>Methylene Blue</i>	Untuk mengetahui pengaruh massa adsorben dan mengetahui kinerja adsorben	Masa optimum untuk adsorben murni yaitu 0,5 gr dengan penyisihan mencapai 99,55 dan adsorben yang telah di aktivasi optimum dimassa adsorben 3 gr dengan penyisihan mencapai 99,5%.
2	Sofyan (2020)	Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Kulit Nanas (<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr) Menggunakan Aktivator H ₂ SO ₄	Untuk membuat dan karakterisasi karbon aktif dari kulit nanas	Dari hasil diketahui kulit nanas berpotensi untuk dijadikan adsorben dengan karakteristik rendemen karbon 31,28%; kadar air 6,91% dan kadar abu 6,94%.
3	Naswir dkk (2020)	Pemanfaatan Kompilasi Bentonit dan Karbon Aktif dari Batubara Untuk Menurunkan Kadar BOD dan COD pada Limbah Cair Industri Karet	Untuk mengetahui kompilasi bentonit dan karbon aktif dari batubara sebagai adsorben untuk penyerapan parameter limbah cair industri karet	Kompilasi bentonit dan karbon aktif batu bara memiliki daya serap yang baik dalam menurunkan parameter BOD dan COD dimana jumlah efisiensi adsorpsi secara berturut 99,75% dan 98,72%.

Tabel 2.3 Daftar Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
4	Sarengat dkk (2015)	Pengaruh Penggunaan Adsorben Terhadap Kandungan Amonia (NH ₃ -N) Pada Limbah Cair Industri Karet RSS	Untuk mengetahui kemampuan adsorben terhadap pengurangan kadar amonia dalam limbah cair industri karet RSS	Kombinasi adsorben sabut kelapa, zeolit, arang kayu dan sekam bakar mempunyai kemampuan mengadsorpsi amonia sebesar 59,68 – 74,15% pada influen IPAL dan 37,45 - 97,52% pada effluen IPAL
5	Setyorini dkk (2016)	Pengolahan Limbah Cair Industri Lateks Pekat Dengan Berbagai Adsorben Lokal	Penelitian ini mencoba mencari solusi untuk permasalahan limbah cair lateks pekat dengan metode adsorepsi menggunakan adsorben lokal	Hasil penelitian menunjukkan bahwa adsorben dapat menurunkan nilai COD, BOD, TSS dan amonia dengan persentase bervariasi untuk masing-masing adsorben

Sumber: Rianto (2020); Sofyan (2020); Naswir (2020); Rukmana (2012); Sarengat dkk (2015) dan Setyorini dkk (2016).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen dengan pendekatan deskriptif dan kuantitatif. Penelitian yang dilakukan yaitu mengamati penyerapan pencemar air limbah industri karet dengan menggunakan adsorben yang dibuat dengan kulit nanas.

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai bulan Oktober 2021 sampai dengan bulan Maret 2022. Pembuatan dan pengujian adsorben kulit nanas akan dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari yang beralamat di Jl.Slamet Riyadi, Broni, Kota Jambi. Sementara itu, pengujian untuk parameter BOD, COD dan amonia akan dilakukan di Laboratorium Jambi Lestari Internasional.

3.3 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas

- a. Jumlah adsorben (0,5 gr; 1 gr dan 1,5 gr)
- b. Kecepatan pengadukan (50 rpm; 100 rpm dan 150 rpm)

2. Variabel terikat

- a. Efisiensi penyisihan pencemar BOD₅, COD dan amonia dalam air limbah industri karet
- b. Kapasitas adsorpsi
- c. Isoterm adsorpsi

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah:

- a. Ayakan 40 mesh
- b. Desikator
- c. Gelas Beaker
- d. *Furnace*
- e. Gelas ukur
- f. Kertas saring *Whatman 42*
- g. Neraca analitik
- h. Oven Memmert
- i. *Flocculator Jarrest*

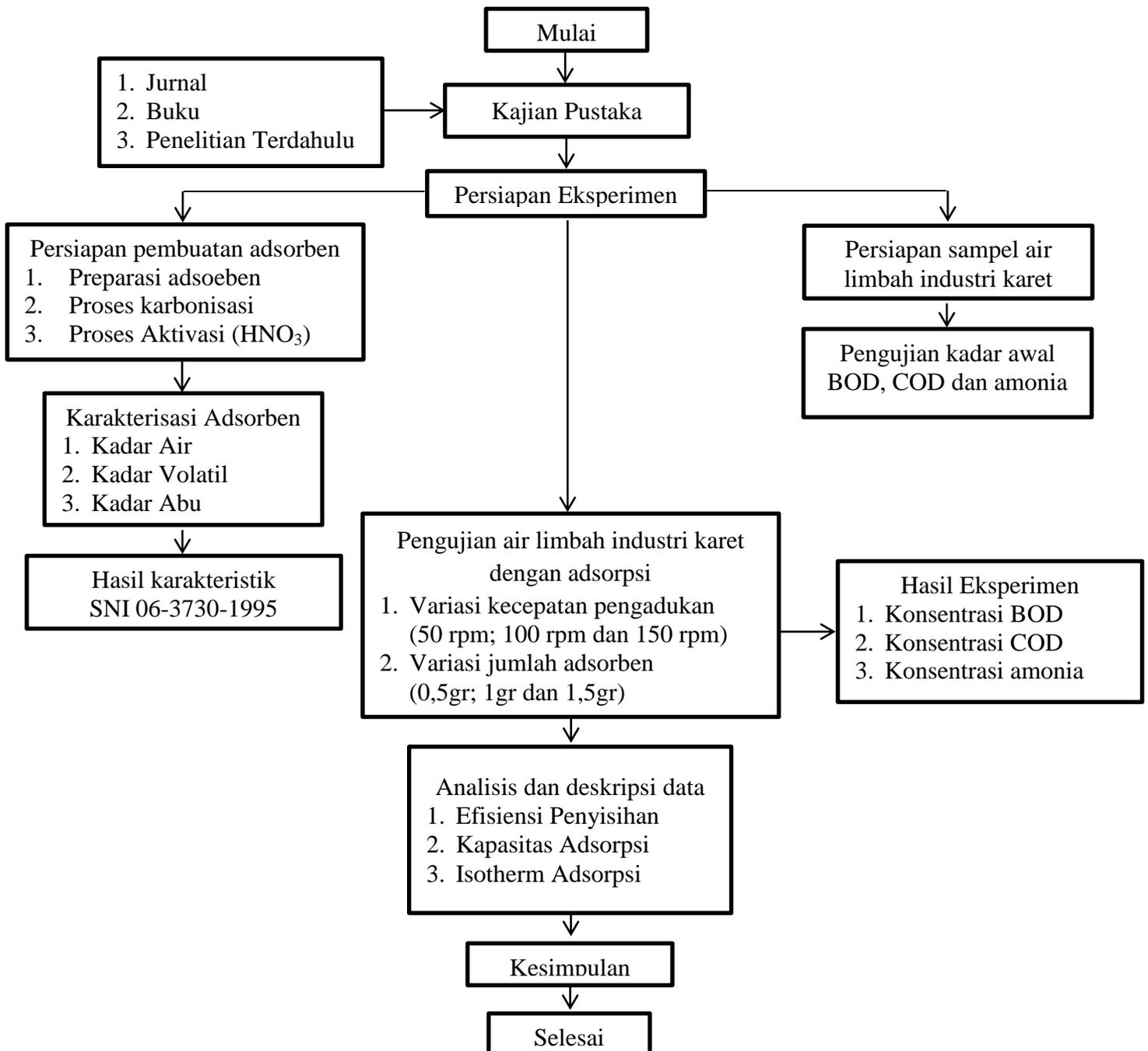
2. Bahan

Bahan – bahan yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah:

- a. Kulit nanas sebagai adsorben
- b. HNO_3 sebagai aktivator adsorben

3.5 Alur Penelitian

Pada penelitian ini dilakukakn beberapa tahapan yang dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini:



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.6 Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini ada beberapa tahapan dilakukan, yaitu:

3.6.1 Preparasi Adsorben

Limbah kulit nanas yang telah dikumpulkan dilakukan pencacahan, penjemuran dengan sinar matahari selama 3 hari dan dilakukakn pengeringan dengan oven pada suhu 110°C selama 24 jam (Sofyan dkk, 2020). Setelah sampel kering sampel siap di lakukan karbonisasi. Berikut ini gambar kulit nanas saat preparasi:



Gambar 3.1 Preparasi Sampel Kulit Nanas

3.6.2 Proses Karbonisasi

Pada proses karbonisasi digunakan alat *furnace* dengan suhu 600°C selama 5 menit. Kemudian setelah menjadi arang dilakukan pendinginan di dalam desikator. Setelah dingin sampel ditumbuk dan diayak dengan ukuran 40 mesh (Sofyan dkk, 2020). Berikut ini gambar sampel setelah dilakukan karbonisasi:



Gambar 3.2 Sampel Setelah Kabronisasi

3.6.3 Proses Aktivasi

Kulit nanas yang telah menjadi arang kemudian diaktivasi dengan cara direndam dengan menggunakan cairan HNO_3 1M selama 30 menit. Berikut gambar saat dilakukannya aktivasi pada sampel:



Gambar 3.3 Proses Aktivasi Sampel

Setelah aktivasi selesai, dilakukan penyaringan dengan kertas saring dan dicuci dengan aquades sampai pH netral ($\text{pH} = 7$) agar zat aktivator tidak merusak atau mengganggu jalannya adsorpsi. Hasil penyaringan tersebut dipanaskan di dalam oven pada suhu 100°C selama 1 jam lalu kemudian didinginkan di dalam desikator dan disimpan di dalam boks kedap udara

3.7 Karakterisasi Adsorben Kulit Nanas

Karakterisasi yang perlu dilakukan terhadap adsorben kulit nanas sebelum dilakukannya proses adsorpsi ada beberapa hal mengacu kepada penelitian Laos dan Selan (2016) dan Vinsiah dkk (2013), yaitu:

1. Kadar Air

Contoh uji arang sebanyak 1 gr dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C. Kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit dan dihitung kadar airnya (Laos dan Selan, 2016).

2. Kadar Abu

Contoh uji sebanyak 1 gr dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui bobot sebelumnya, kemudian di *furnace* pada suhu 500°C hingga seluruh sampel menjadi abu, kemudian didinginkan dalam desikator sampai suhu konstan (Laos dan Selan, 2016).

3. Kadar *Volatile*

Sebanyak 1 gr sampel ditimbang dan dimasukkan kedalam cawan porselen yang diketahui bobot sebelumnya. Selanjutnya sampel dipanaskan dalam oven dengan suhu 900°C selama 7 menit. Kemudian cawan dikeluarkan dan dimasukkan kedalam desikator selama 1 jam kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat akhir dari karbon aktif (Vinsiah dkk, 2013).

3.8 Esperimen *Batch*

Dalam percobaan ini dilakukan secara *batch*, dimana terdapat 2 variabel bebas yaitu jumlah adsorben dan kecepatan pengadukan. Setiap variabel bebasnya memiliki 3 variasi seperti pada tabel 3.1 di bawah ini:

Tabel 3.1 Variabel Bebas Dalam Eksperimen

Variabel Bebas	Variasi Eksperimen		
	1	2	3
Jumlah Adsorben (gr)	0,5	1	1,5
Kecepatan Pengadukan (rpm)	50	100	150

Pada tabel 3.1 diatas menjelaskan variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan variasi jumlah adsorben dengan 0,5 gr; 1 gr dan 1,5 gr. Kemudian variasi kecepatan pengadukan dengan menggunakan 50 rpm; 100 rpm dan 150 rpm.

3.9 Pengujian Pengaruh Jumlah Adsorben dan Kecepatan Pengadukan

Pada penelitian ini digunakan variasi jumlah adsorben dan kecepatan pengadukan untuk melihat tingkat efisiensi penyerapan pencemar air limbah industri karet dengan menggunakan kulit nanas sebagai adsorben. Adapun langkah kerjanya adalah sebagai berikut:

1. Sebanyak 200 ml sampel air limbah industri karet dimasukkan kedalam gelas beaker berukuran 250 ml.
2. Jumlah adsorben yang digunakan dalam penelitian ini dengan variasi yaitu 0,5 gr; 1 gr dan 1,5 gr.
3. Dilakukan pengadukan menggunakan *flocculator jartest* dengan variasi kecepatan yaitu 50 rpm; 100 rpm dan 150 rpm selama 30 menit.
4. Dilakukan penyaringan dengan kertas saring *Whatmen 42* hingga diperoleh filtrat.
5. Beri label pada masing-masing gelas beaker dan dilanjutkan untuk uji setiap parameter di laboratorium Jambi Lestari Internasional.

6. Analisis data sesuai dengan persamaan yang telah di tentukan untuk mengetahui hasil penyerapan pencemar air limbah karet tersebut.

3.10 Efisiensi Penyerapan

Persamaan efisiensi penyerapan parameter pencemar karena pengaruh jumlah adsorben dan kecepatan pengadukan dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$\% \text{ Penyerapan} = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{Persamaan 3.1})$$

Keterangan : C1 = Konsentrasi Awal

C2 = Konsentrasi Akhir

3.11 Analisis Data

Analisis data yang digunakan untuk adsorben dalam penelitian ini yaitu mengujian kadar air, kadar abu dan kadar *volatil*. Kemudian dilakukan analisis data mengenai penyerapan pencemar BOD, COD dan amonia dari air limbah karet. Disamping itu juga dilakukan analisis pengaruh jumlah dan kecepatan pengadukan terhadap efisiensi serta mekanisme adsorpsi.

1. Kadar Air

Prosedur penetapan kadar air mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 mengenai syarat pengujian arang aktif. Contoh uji arang sebanyak 1 gr dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C. Kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit dan dihitung kadar airnya (%) dengan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{Persamaan 3.2})$$

Keterangan : W1 = Massa cawan kosong (gr)

W2 = Massa cawan + sampel awal (gr)

W3 = Massa cawan + sampel akhir (gr)

2. Kadar Abu

Prosedur penetapan kadar abu mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 mengenai syarat pengujian arang aktif. Contoh uji sebanyak 1 gr dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui bobot sebelumnya, kemudian di *furnace* pada suhu 500°C hingga seluruh sampel menjadi abu, kemudian didinginkan dalam desikator sampai suhu konstan. Kemudian dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100\% \dots\dots\dots(\text{Persamaan 3.3})$$

Keterangan : W1 = Massa cawan kosong (gr)

W2 = Massa cawan + sampel awal (gr)

W3 = Massa cawan + sampel akhir (gr)

3. Kadar *Volatil*

Sebanyak 1 gr sampel ditimbang dan dimasukkan kedalam cawan porselen yang diketahui bobot sebelumnya. Selanjutnya sampel dipanaskan dalam oven dengan suhu 900°C selama 7 menit. Kemudian cawan dikeluarkan dan dimasukkan kedalam desikator selama 1 jam kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat akhir dari karbon aktif. Dilakukan perhitungan kadar zat dengan persamaan sebagai berikut:

$$4. \% \text{ Kadar } Volatil = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100\% \dots\dots\dots(\text{Persamaan 3.2})$$

Keterangan : W1 = Massa cawan kosong (gr)

W2 = Massa cawan + sampel awal (gr)

$$W3 = \text{Massa cawan} + \text{sampel akhir (gr)}$$

5. Mekanisme Adsorpsi

a. *Adsorption Isotherm Langmunir*

Persamaan *Adsorption Isotherm Langmunir* menurut Kasman (2011)

dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$\frac{ce}{qe} = \frac{1}{qe} \times Ce + \frac{1}{KL \times qm} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 3.8})$$

- Dimana :
- qm = Jumlah kadar yang teradsorpsi per gr pada konsentrasi C
 - KL = Konstanta kesetimbangan (aktifitas adsorpsi)
 - Ce = Kosentrasi adsorbat pada kesetimbangan
 - qe = Kapasitas adsorpsi maksimum

b. *Isotherm Adsorption Freundlich*

Persamaan *Isotherm Adsorption Freundlich* merupakan persamaan yang teradsorpsi dengan kosentrasi adsorbat dalam larutan (yang tidak teradsorpsi) menurut Kasman (2011) dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{x}{m} = K. C^{\frac{1}{n}} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 3.9})$$

$$\text{Log } qe = \text{log } KF + \frac{1}{n} \text{log } CF \dots\dots\dots(\text{Persamaan 3.10})$$

- Dimana :
- qe = Jumlah gr teradsorpsi per gr adsorben
 - CF = Kosentrasi adsorbat pada kesetimbangan
 - n dan KF = Tetapan

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakterisasi Adsorben

Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi terhadap adsorben dengan melakukan uji kadar air, kadar abu dan kadar *volatile* untuk melihat apakah adsorben tersebut telah memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu SNI-06-3730-1995 mengenai karbon aktif. Berikut ini merupakan tabel karakterisasi adsorben kulit nanas:

Tabel 4.1 Hasil Uji Karakterisasi Adsorben

Karakterisasi	Hasil uji	Kadar Maksimum SNI-06-3730-1995
Kadar Air	9.7%	15%
Kadar Abu	4.5%	10%
Kadar <i>volatile</i>	13.6%	25%

Sumber: Data Primer

Karakterisasi kadar air pada adsorben menggunakan metode gravimetri yakni analisis kimia berdasarkan penimbangan perbedaan bobot antara adsorben sebelum diuapkan kandungannya dengan sesudah dilakukan penguapan. Gravimetri penguapan adalah gravimetri dimana komponen yang tidak diinginkan (air) diubah menjadi uap (Verayana, 2018). Pada karakterisasi kadar air ini dapat diketahui bahwa hasil yang diperoleh dari adsorben ini yaitu 9,7% dan hasil tersebut memenuhi standar SNI 06-3730-1995 bahwa kadar air maksimum adalah 15%. Penurunan kadar air ini sangat erat hubungannya dengan sifat higroskopis dari

aktivator HNO_3 . Terikatnya molekul air yang ada pada arang aktif oleh aktivator menyebabkan pori-pori arang semakin besar (Budiono, 2010).

Penentuan kadar abu ini bertujuan untuk menentukan kandungan dari mineral yang tidak menguap saat dilakukannya karbonisasi. Kadar abu pada adsorben kulit nanas ini sesuai dengan SNI-06-3730- 1995 yaitu maksimal 10% dan hasil penulisan yang diperoleh menunjukkan bahwa kadar abu yang terkandung dalam adsorben kulit nanas yaitu 4,5%. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kadar abu dari adsorben kulit nanas memenuhi standar yang telah ditentukan. Kandungan abu pada adsorben akan mempengaruhi kualitas adsorben, dimana jika kandungan abu pada adsorben tinggi maka akan terjadi penyumbatan pada adsorben sehingga luas permukaannya menjadi kecil (Sofyan dkk, 2020).

Kadar *volatile* adalah hasil dekomposisi zat-zat penyusun arang akibat pemanasan selama proses karbonisasi. Analisa kadar *volatile* bertujuan untuk mengetahui kandungan senyawa yang mudah menguap setelah proses karbonisasi. Dari pengujian yang telah dilakukan, kadar *volatile* yang diperoleh yaitu 13,6%. Sementara kadar maksimal kadar *volatile* yang diperbolehkan berdasarkan SNI-06-3730-1995 adalah 25%. Hal ini menunjukkan bahwa adsorben kulit nanas yang diperoleh memenuhi standar yang telah ditetapkan.

4.2 Efisiensi Penyisihan BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Efisiensi adsorpsi menyatakan tingkat seberapa besar adsorben mampu menyerap adsorbat. Dalam penelitian ini dihitung nilai efisiensi penyisihan BOD

sebagai pecemar pada air limbah industri karet yang telah dilakukan adsorpsi menggunakan adsorben kulit nanas.

4.2.1 Rekapitulasi Hasil Penyisihan BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD (*Biological Oxygen Demand*) adalah banyaknya oksigen yang diperlukan oleh bakteri untuk menguraikan zat organik dalam kondisi aerobik (Mara, 2004). Air limbah karet dengan kandungan organik tinggi pada parameter BOD dapat menyebabkan turunnya oksigen perairan sehingga dapat menimbulkan bau busuk. Berikut rekapitulasi data hasil penyisihan BOD pada air limbah industri karet dengan proses adsorpsi menggunakan adsorben kulit nanas sebagai berikut:

Tabel 4.2 Tabel Hasil Pengujian Penyisihan BOD

Variabel Terikat	Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci) (mg/L)	Konsentrasi Akhir (Ce) (mg/L)	Efisiensi Penyisihan (%)
Massa 0.5 gr	50	216.94	7.61	96.49211764
	100	216.94	9.58	95.58403245
	150	216.94	15.52	92.84594819
Variabel Terikat	Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci) (mg/L)	Konsentrasi Akhir (Ce) (mg/L)	Efisiensi Penyisihan (%)
Massa 0.5 gr	50	216.94	6.62	96.94846501
	100	216.94	9.58	95.58403245
	150	216.94	9.55	95.59786116
Variabel Terikat	Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci) (mg/L)	Konsentrasi Akhir (Ce) (mg/L)	Efisiensi Penyisihan (%)
Massa 0.5 gr	50	216.94	8.56	96.05420854
	100	216.94	11.53	94.68516641
	150	216.94	6.56	96.97612243

Sumber: Hasil Uji Laboratorium Jambi Lestari International

Dari tabel 4.2 di atas dapat dilihat bahwa konsentrasi awal BOD pada air limbah industri karet yaitu 216.94 mg/L dimana konsentrasi tersebut jauh melewati baku mutu yang telah ditentukan dalam PERMEN LH No. 5 Tahun 2014 yaitu 100 mg/L. Setelah dilakukannya proses adsorpsi dengan menggunakan adsorben kulit nanas konsentrasi BOD menurun dan tidak ada yang melebihi baku mutu. Kemudian untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel dilakukan perhitungan untuk nilai efisiensinya. Perhitungan nilai efisiensinya dipilih salah satu data yang memiliki nilai optimum yaitu pada massa adsorben 1 gr dengan kecepatan pengadukan 50 rpm.

4.2.2 Pengaruh Kecepatan Pengadukan

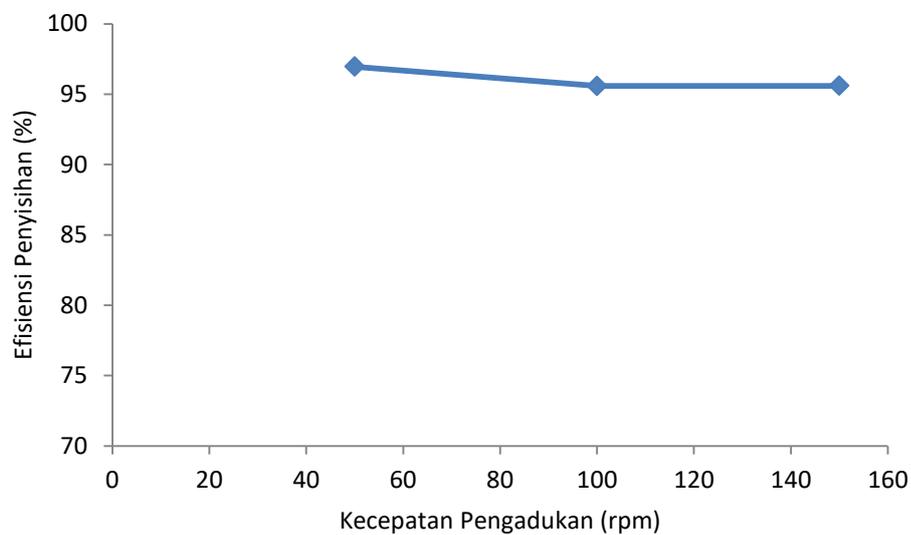
Kecepatan pengadukan dalam adsorpsi dengan sistem *batch* membantu mempercepat proses adsorpsi. Dengan adanya pengadukan kontak dan interaksi antara adsorben dan adsorbat tetap terjaga (Ramadhani, 2021). Pada penelitian ini digunakan kecepatan pengadukan dengan variasi 50, 100 dan 150 rpm dengan jumlah adsorben 1 gr dengan pengadukan selama 30 menit. Hasil yang diperoleh dari pengaruh kecepatan pengadukan dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini:

Tabel 4.3 Hasil Uji Parameter BOD Pengaruh Kecepatan Pengadukan

Variabel Bebas	Konsentrasi Awal (Ci) (mg/L)	Konsentrasi Akhir (Ce) (mg/L)	Efisiensi Penyisihan (%)
Kecepatan Pengadukan (rpm)			
50	216.94	6.62	96.94
100	216.94	9.58	95.58
150	216.94	9.55	95.59

Sumber: Data Primer

Berdasarkan tabel 4.3 di atas dapat dilihat bahwa efisiensi penyisihan BOD pada air limbah karet memiliki efisiensi 95% - 96%. Hal ini dapat menjelaskan bahwa proses adsorpsi dengan menggunakan adsorben dari kulit nanas dapat menurunkan konsentrasi BOD yang ada didalam air limbah karet. Berikut grafik pengaruh kecepatan pengadukan terhadap penyisihan konsentrasi BOD pada air limbah industri karet pada gambar 4.4 di bawah ini:



Gambar 4.1 Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Penyisihan BOD

Dari grafik gambar 4.1 diatas, kecepatan pengadukan memiliki efisiensi penyisihan pada pengadukan 50 rpm sebesar 96.94% kemudian pada pengadukan 100 rpm sebesar 95.58% dan pada pengadukan 150 rpm sebesar 95.59%. Secara umum kecepatan pengadukan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi, dimana semakin tinggi kecepatan pengadukan maka bidang kontak antara adsorben dan adsorbatnya akan semakin luas, sehingga proses adsorpsi akan berlangsung secara optimal. Menurut Syauqiah dkk (2011), bila pengadukan terlalu lambat maka proses adsorpsi berlangsung lambat tetapi bila

pengadukan terlalu cepat adsorben cepat rusak sehingga proses adsorpsi kurang optimal.

4.2.3 Pengaruh Massa Adsorben

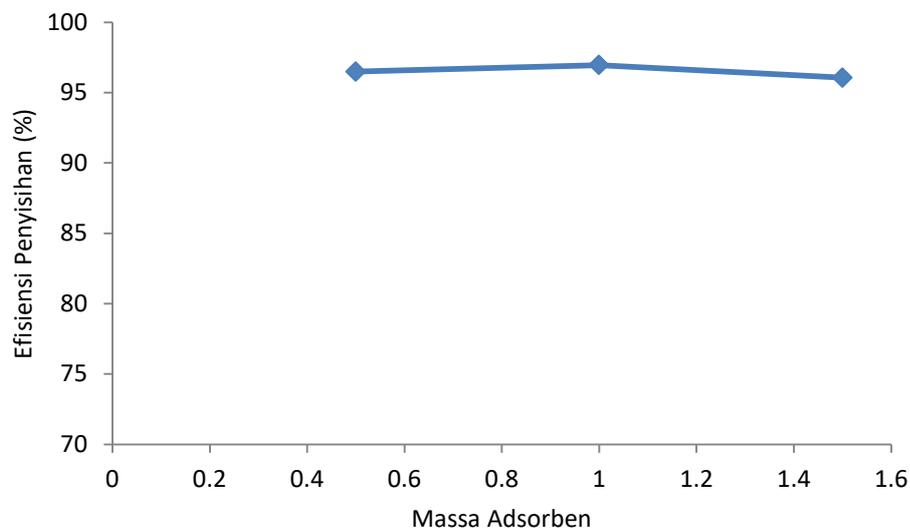
Massa adsorben merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi, penggunaan massa adsorben dalam jumlah yang tepat akan mempengaruhi efisiensi penyisihan. Pada penelitian ini digunakan massa adsorben dengan variasi 0,5 gr; 1 gr dan 1,5 gram dengan kecepatan pengadukan 50 rpm selama 30 menit. Berikut hasil dari pengaruh massa adsorben:

Tabel 4.4 Hasil Uji Parameter BOD Pengaruh Massa Adsorben

Variabel Bebas	Konsentrasi Awal (Ci) (mg/L)	Konsentrasi Akhir (Ce) (mg/L)	Efisiensi Penyisihan (%)
Massa Adsorben (gr)			
0.5	216.94	7.61	96.49
1	216.94	6.62	96.94
1.5	216.94	8.56	96.05

Sumber: Data Primer

Dari tabel 4.4 di atas dapat dilihat bahwa pengaruh massa adsorben yang digunakan memiliki efisiensi pada 96%. Pada massa adsorben 1.5 terjadi penurunan efisiensi yang diakibatkan oleh agregasi parsial atau penggumpalan dari adsorben yang menyebabkan penurunan luas permukaan untuk penyerapan adsorbat (Anwar dkk, 2010). Berikut grafik pengaruh massa adsorben terhadap penyisihan konsentrasi BOD pada air limbah industri karet:



Gambar 4.2 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Penyisihan BOD

Dari grafik gambar 4.2 di atas dapat dilihat nilai efisiensi massa adsorben pada 0.5 gr dengan 96.49% kemudian pada 1 gr dengan 96.94% dan pada 1.5 gr dengan 96.05%. Pada massa 1,5 gr terjadi penurunan nilai efisiensi hal ini disebabkan karena waktu kontak yang digunakan hanya 30 menit. Hal ini membuat interaksi antara adsorben dan adsorbat kurang optimal sehingga terjadi penurunan nilai efisiensi. Selain itu, dengan bertambahnya massa adsorben dalam volume yang sama justru akan menyebabkan interaksi yang tidak sempurna, karena adsorben tertutup oleh padatan lainnya atau saling tumpang-tindih sehingga banyak pori adsorben yang tidak bekerja dengan baik dalam menyerap zat organik (Swastha, 2010).

4.3 Efisiensi Penyisihan COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Efisiensi adsorpsi menyatakan tingkat seberapa besar adsorben mampu menyerap adsorbat. Dalam penelitian ini dihitung nilai efisiensi penyisihan pecemar air limbah industri karet yang telah dilakukan adsorpsi menggunakan

adsorben kulit nanas. Perhitungan nilai efisiensinya dipilih salah satu data yang memiliki nilai optimum yaitu pada massa adsorben 1 gr dengan kecepatan pengadukan 50 rpm.

4.3.1 Rekapitulasi Hasil Penyisihan COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD (*Chemical Oxygen Demand*) menurut Metcalf dan Eddy (2003), adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengurai bahan organik yang terkandung dalam air yang sengaja diurai secara kimia dengan menggunakan oksidator kuat kalium bikromat pada kondisi asam dengan katalisator perak sulfat sehingga segala macam bahan organik baik yang mudah urai maupun yang kompleks dan sulit urai akan teroksidasi. Berikut rekapitulasi hasil penyisihan COD pada air limbah industri karet dengan proses adsorpsi menggunakan adsorben kulit nanas sebagai berikut:

Tabel 4.5 Tabel Hasil Pengujian Penyisihan COD

Variabel Terikat	Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci) (mg/L)	Konsentrasi Akhir (Ce) (mg/L)	Efisiensi Penyisihan (%)
Massa 0.5 gr	50	683.86	22.92	96.64843681
	100	683.86	32.01	95.31921738
	150	683.86	47.93	92.99125552
Variabel Terikat	Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci) (mg/L)	Konsentrasi Akhir (Ce) (mg/L)	Efisiensi Penyisihan (%)
Massa 1 gr	50	683.86	16.1	97.64571696
	100	683.87	29.74	95.65122026
	150	683.88	29.74	95.65128385
Variabel Terikat	Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci) (mg/L)	Konsentrasi Akhir (Ce) (mg/L)	Efisiensi Penyisihan (%)
Massa 1.5 gr	50	683.86	25.2	96.31503524
	100	683.87	34.29	94.98588913
	150	683.88	18.38	97.31239399

Sumber: Hasil Uji Laboratorium Jambi Lestari International

Berdasarkan tabel 4.4 di atas diketahui konsentrasi awal pada parameter COD air limbah industri karet yaitu 683,86 mg/L dimana konsentrasi tersebut jauh melewati baku mutu yang telah ditetapkan dalam PERMEN LH No. 5 Tahun 2014 yaitu 250 mg/L. Setelah dilakukannya proses adsorpsi dengan menggunakan adsorben kulit nanas konsentrasi COD menurun dan tidak ada yang melebihi baku mutu. Untuk mengetahui pengaruh dari masing-masing variabel maka dihitung nilai efisiensinya.

4.3.2 Pengaruh Kecepatan Pengadukan

Kecepatan pengadukan dalam adsorpsi dengan sistem *batch* membantu mempercepat proses adsorpsi. Dengan adanya kecepatan pengadukan adsorben akan terdistribusi kesegala arah dalam larutan dan berinteraksi dengan adsorbat secara menyeluruh (Ramadhani, 2021). Pada penelitian ini digunakan kecepatan pengadukan dengan variasi 50, 100 dan 150 rpm dengan massa adsorben 1 gr selama 30 menit. Hasil yang diperoleh dari pengaruh kecepatan pengadukan dapat dilihat pada tabel 4.6 dibawah ini:

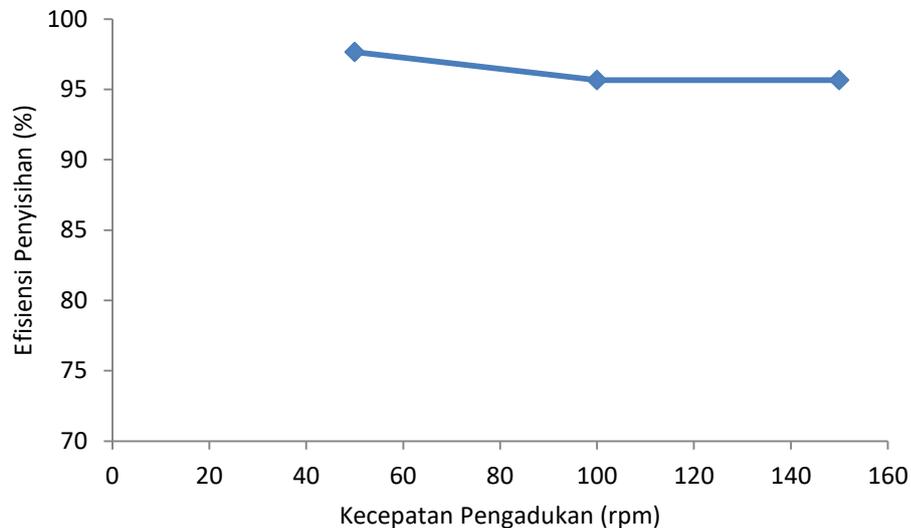
Tabel 4.6 Hasil Uji Parameter COD Pengaruh Kecepatan Pengadukan

Variabel Bebas	Konsentrasi Awal (Ci) (mg/L)	Konsentrasi Akhir (Ce) (mg/L)	Efisiensi Penyisihan (%)
Kecepatan Pengadukan (rpm)			
50	683.86	16.1	97.64
100	683.86	29.74	95.65
150	683.86	29.74	95.65

Sumber: Data Primer

Berdasarkan tabel 4.6 di atas, kecepatan pengadukan mempunyai efisiensi penyisihan COD pada air limbah industri karet dengan adsorben kulit nanas yaitu 95 – 97%. Pada kecepatan pengadukan 100 dan 150 rpm nilai efisiensi terjadi

sedikit penurunan nilai efisiensi dikarenakan proses pengadukan yang cepat dapat membuat adsorbat yang terikat pada permukaan adsorben terlepas kembali (Ramadhani, 2021). Hal ini sama seperti penelitian yang dilakukan oleh Prosperity dkk (2021), Pada variasi kecepatan pengadukan mempengaruhi nilai efisiensi penyisihan namun ketika kecepatan pengadukan dinaikkan menjadi 450 rpm, efisiensi penyisihan COD turun menjadi 57,85%. Dimana kecepatan pengadukan yang semakin tinggi membuat gerakan adsorben dalam mengikat polutan semakin besar. Namun, apabila melebihi titik optimum maka dapat melepaskan ikatan antara adsorben dan adsorbat. Berikut grafik pengaruh kecepatan pengadukan terhadap penyisihan konsentrasi COD pada air limbah industri karet:



Gambar 4.3 Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Penyisihan COD

Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa kecepatan pengadukan memiliki efisiensi dalam penyisihan parameter COD dalam air limbah industri karet yaitu 95 – 97%. Pada kecepatan pengadukan 100 dan 150 terjadi penurunan nilai

efisiensi penyisihan hal ini dikarenakan terlalu cepatnya pengadukan, menyebabkan adsorben tidak sempat membuat ikatan yang kuat dengan adsorbat (Syauqiah dkk, 2011).

4.3.3 Pengaruh Massa Adsorben

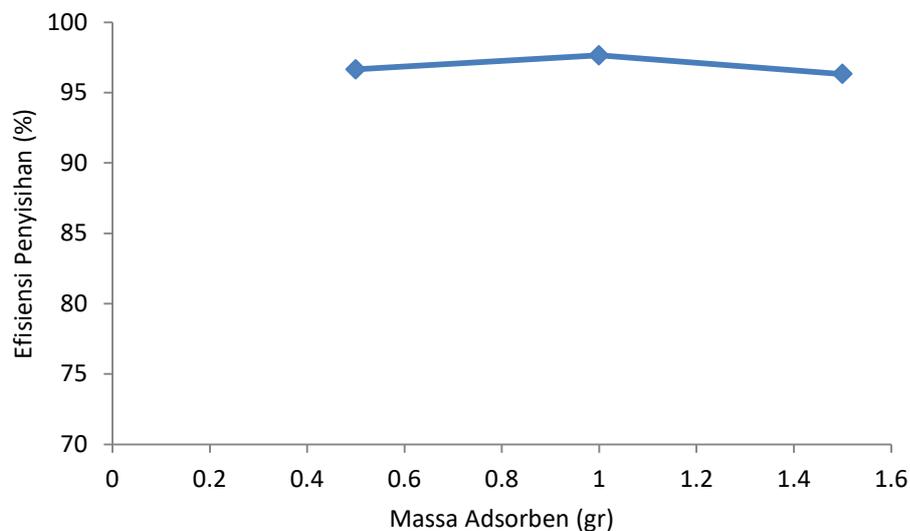
Massa adsorben merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi, penggunaan massa adsorben dalam jumlah yang tepat akan mempengaruhi efisiensi penyisihan. Pada penelitian ini digunakan massa adsorben dengan variasi 0,5 gr; 1 gr dan 1,5 gr pada kecepatan pengadukan 50 rpm selama 30 menit. Hasil yang diperoleh dari pengaruh kecepatan pengadukan dapat dilihat pada tabel 4.7 dibawah ini:

Tabel 4.7 Hasil Uji Parameter COD Pengaruh Massa Adsorben

Variabel Bebas	Konsentrasi Awal (Ci) (mg/L)	Konsentrasi Akhir (Ce) (mg/L)	Efisiensi Penyisihan (%)
Massa Adsorben (gr)			
0.5	683.86	22.92	96.64
1	683.86	16.1	97.64
1.5	683.86	25.2	96.31

Sumber: Data Primer

Berdasarkan tabel 4.7 di atas, massa adsorben memiliki nilai efisiensi 96 – 97% penyisihan COD dalam air limbah karet. Pada saat digunakan massa adsorben 1.5 gr terjadi penurunan nilai efisiensi ini diduga karena terjadi kejenuhan pori-pori permukaan adsorben, fenomena ini disebut juga dengan desorpsi dimana adsorpsi yang terjadi sudah maksimal, permukaan adsorben jenuh atau tidak mampu lagi menyerap adsorbat dan terjadi kesetimbangan (Giyatmi dkk, 2019). Berikut grafik pengaruh massa adsorben terhadap penyisihan konsentrasi COD pada air limbah industri karet:



Gambar 4.4 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Penyisihan COD

Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa massa adsorben memiliki efisiensi 96 – 97% dalam penyisihan COD dalam air limbah industri karet dengan adsorben kulit nanas. Pada massa adsorben 0.5 gr memiliki efisiensi 96.64% kemudian pada massa adsorben 1 gr memiliki efisiensi 97.64% dan pada massa adsorben 1.5 gr memiliki efisiensi 96.31%. Hal ini juga terjadi dengan penelitian sebelumnya oleh (Naswir dkk, 2020) yang menyatakan bahwa COD dalam air limbah karet dapat diolah dengan proses adsorpsi dengan efisiensi penyisihan 98.72%.

4.4 Efisiensi Amonia

Efisiensi adsorpsi menyatakan tingkat seberapa besar adsorben mampu menyerap adsorbet. Dalam penelitian ini dihitung nilai efisiensi penyisihan pecemar air limbah industri karet yang telah dilakukan adsorpsi menggunakan adsorben kulit nanas. Perhitungan nilai efisiensinya dipilih salah satu data yang memiliki nilai optimum yaitu pada massa adsorben 1 gr dengan kecepatan pengadukan 150 rpm.

4.4.1 Rekapitulasi Hasil Penyisihan Amonia

Amonia adalah senyawa nitrogen pada bentuk cairan, konsentrasi amonia yang tinggi dalam air limbah industri karet bersifat toksik bagi biota air penerima. Salah satu bahan organik pada air limbah karet yaitu protein. Menurut Anwar (2008), nitrogen merupakan salah satu unsur utama pembentuk protein. Senyawa-senyawa nitrogen sangat dipengaruhi oleh kandungan oksigen dalam air. Pada saat kandungan oksigen rendah nitrogen berubah menjadi amonia dan pada saat kandungan oksigen tinggi nitrogen berubah menjadi nitrat. Oleh karena itu pemerintah telah mengatur standar baku mutu untuk ammonia pada air limbah industri agar tidak mencemari lingkungan. Berikut ini tabel rekapitulasi hasil penyisihan amonia pada air limbah industri karet dengan proses adsorpsi menggunakan adsorben kulit nanas sebagai berikut:

Tabel 4.8 Tabel Hasil Pengujian Penyisihan Amonia

Variabel Terikat	Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci) (mg/L)	Konsentrasi Akhir (Ce) (mg/L)	Efisiensi Penyisihan (%)
Massa 0.5 gr	50	41.65	3.5	91.59663866
	100	41.65	4.15	90.03601441
	150	41.65	2.38	94.28571429
Variabel Terikat	Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci) (mg/L)	Konsentrasi Akhir (Ce) (mg/L)	Efisiensi Penyisihan (%)
Massa 1 gr	50	41.65	0.322	99.22689076
	100	41.65	0.1199	99.71212485
	150	41.65	0.114	99.72629052
Variabel Terikat	Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci) (mg/L)	Konsentrasi Akhir (Ce) (mg/L)	Efisiensi Penyisihan (%)
Massa 1.5 gr	50	41.65	0.2957	99.29003601
	100	41.65	0.5036	98.79087635
	150	41.65	0.1199	99.71212485

Sumber: Hasil Uji Laboratorium Jambi Lestari International

Berdasarkan tabel 4.8 di atas dapat dilihat bahwa kadar amonia awal yaitu 41,65 mg/L yang jauh dari baku mutu PERMEN LH No 5 Tahun 2014 yaitu 15 mg/L. Pada penelitian ini dipilih variable bebas yaitu kecepatan pengadukan dan jumlah adsorben. Setelah dilakukannya proses adsorpsi dengan menggunakan adsorben kulit nanas konsentrasi amonia menurun dan tidak ada yang melebihi baku mutu. Untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel maka dilakukan perhitungan untuk nilai efisiensinya.

4.4.2 Pengaruh Kecepatan Pengadukan

Kecepatan pengadukan dalam adsorpsi dengan sistem *batch* membantu mempercepat proses adsorpsi. Dengan adanya kecepatan pengadukan adsorben akan terdistribusi kesegala arah dalam larutan dan berinteraksi dengan adsorbat secara menyeluruh (Ramadhani, 2021). Pada penelitian ini digunakan kecepatan pengadukan dengan variasi 50, 100 dan 150 rpm dengan massa adsorben 1 gr selama 30 menit. Hasil yang diperoleh dari pengaruh kecepatan pengadukan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

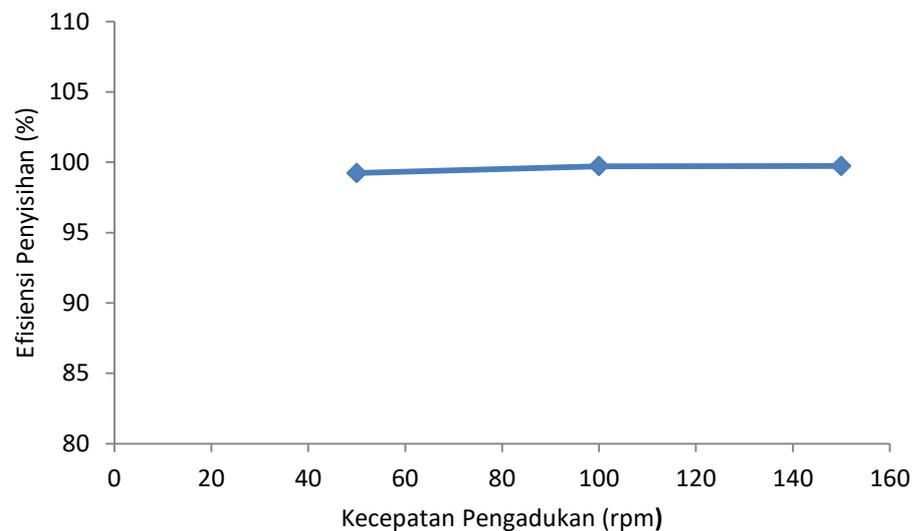
Tabel 4.9 Hasil Uji Parameter Amonia Pengaruh Kecepatan Pengadukan

Variabel Bebas	Konsentrasi Awal (Ci) (mg/L)	Konsentrasi Akhir (Ce) (mg/L)	Efisiensi Penyisihan (%)
Kecepatan Pengadukan (rpm)			
50	41.65	0.322	99.22
100	41.65	0.1199	99.71
150	41.65	0.114	99.72

Sumber: Data Primer

Berdasarkan tabel 4.9 di atas dapat dilihat kecepatan pengadukan dalam proses adsorpsi memiliki efisiensi yang diperoleh adalah 99% penyisihan konsentrasi amonia dalam air limbah industri karet dengan menggunakan

adsorben kulit nanas. Berikut grafik pengaruh kecepatan pengadukan terhadap penyisihan konsentrasi amonia pada air limbah industri karet dengan adsorben kulit nanas:



Gambar 4.5 Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Penyisihan Amonia

Pada grafik diatas dapat dilihat bahawa kecepatan pengadukan memiliki nilai efisiensi untuk pengadukan 50, 100 dan 150 rpm secara berturut yaitu 99.22%; 99.71% dan 99.72%. Menurut Syauqiah dkk (2011), bila pengadukan terlalu lambat maka proses adsorpsi berlangsung lambat tetapi bila pengadukan terlalu cepat kemungkinan adsorben cepat rusak sehingga proses adsorpsi kurang optimal. Hai ini sama seperti penelitian (Weng *et al*, 2009) hasil penelitiannya menunjukkan bahwa adsorpsi Methylene Blue dengan adsorben kulit nanas hampir tidak terjadi perubahan seiring dengan peningkatan kecepatan pengadukan.

4.4.3 Pengaruh Massa Adsorben

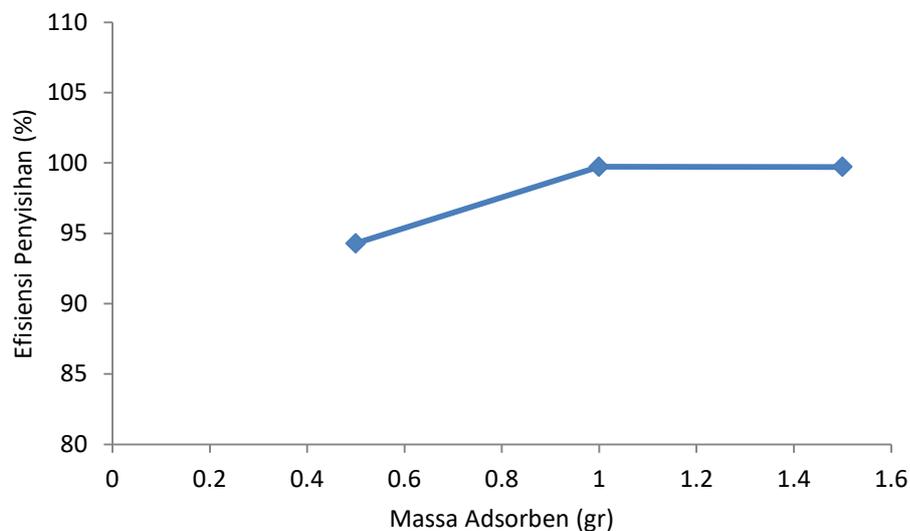
Massa adsorben merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi, penggunaan massa adsorben dalam jumlah yang tepat akan mempengaruhi efisiensi penyisihan. Pada penelitian ini digunakan massa adsorben dengan variasi 0.5 gr; 1 gr dan 1.5 gram dengan kecepatan pengadukan 150 rpm selama 30 menit. Hasil yang diperoleh dari pengaruh massa adsorben untuk penyisihan amonia dapat dilihat pada tabel 4.10 di bawah ini:

Tabel 4.10 Hasil Uji Parameter amonia Pengaruh Massa Adsorben

Variabel Bebas	Konsentrasi Awal (Ci) (mg/L)	Konsentrasi Akhir (Ce) (mg/L)	Efisiensi Penyisihan (%)
Massa Adsorben (gr)			
0.5	41.65	2.38	94.28
1	41.65	0.114	99.72
1.5	41.65	0.1199	99.71

Sumber: Data Primer

Berdasarkan tabel 4.10 di atas dapat dilihat bahwa pengaruh massa adsorben memiliki nilai efisiensi 94 – 99% dalam penyisihan amonia dalam air limbah industri karet dengan proses adsorpsi menggunakan adsorben kulit nanas. Berikut grafik pengaruh massa adsorben kulit nanas terhadap penyisihan konsentrasi amonia pada air limbah industri karet:



Gambar 4.6 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Penyisihan Amonia

Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa massa adsorpsi yang digunakan pada penelitian ini memiliki efisiensi penyisihan parameter amonia dalam air limbah industri karet yaitu 94% – 99%. Pada saat massa adsorben 0.5 gr memiliki efisiensi 94.28% kemudian pada massa adsorben 1 gr memiliki efisiensi 99.72% dan pada massa adsorben 1.5 gr memiliki efisiensi 99.71%. Pada penambahan massa adsorben 1.5 gr terjadi penurunan nilai efisiensi ini diduga karena terjadi kejenuhan pori-pori permukaan adsorben, fenomena ini disebut juga dengan desorpsi dimana adsorpsi yang terjadi sudah maksimal, permukaan adsorben jenuh atau tidak mampu lagi menyerap adsorbat dan terjadi kesetimbangan (Giyatmi dkk, 2019).

4.5 Isotherm Adsorpsi

Penentuan isotherm adsorpsi bertujuan untuk menentukan mekanisme penyerapan yang terjadi selama proses adsorpsi berjalan dengan menggunakan suhu yang konstan. Isotherm adsorpsi juga menjelaskan kesetimbangan konsentrasi

adsorben dan adsorbat sebanding pada kecepatan penyerapannya. Persamaan isotherm adsorpsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Langmuir Isotherm* dan *Freundlich Isotherm*. Penentuan isotherm adsorpsi yang sesuai dengan percobaan ini dapat dibuktikan melalui koefisien korelasi (R^2) yang ditunjukkan pada grafik linearisasi kedua model tersebut.

Persamaan *Langmuir Isotherm* menggambarkan terbentuknya *single layer* pada permukaan adsorben dari proses adsorpsi yang terjadi. Persamaan *Freundlich Isotherm* menggambarkan terbentuknya *multi layer* dari proses adsorpsi pada permukaan adsorben. Pada penentuan isotherm adsorpsi untuk parameter BOD, COD dan amonia menggunakan data yang memiliki nilai optimum.

4.5.1 BOD (*Biological Oxygen Demand*)

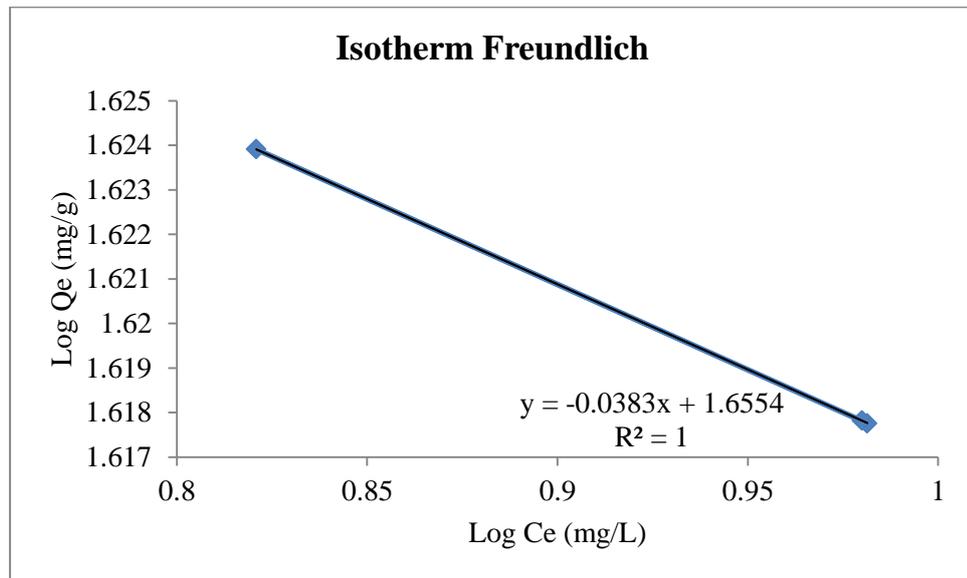
Persamaan isotherm adsorpsi pada parameter BOD dibuat dengan *Langmuir Isotherm* dan *Freundlich Isotherm* dengan menggunakan data pada massa adsorben 1 gram. Data hasil perhitungan telah disajikan pada lampiran perhitungan dan data tabelnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini, berikut tabel perhitungan *Isoterm Freundlich*:

Tabel 4.11 Perhitungan *Isotherm Freundlich*

Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Log Ce	Kapasitas Adsorpsi (Qe)	Log Qe
50	216.94	6.62	0.820857989	42.064	1.6239106
100	216.94	9.58	0.981365509	41.472	1.617755
150	216.94	9.55	0.980003372	41.478	1.6178178

Sumber: Data Primer

Berdasarkan tabel perhitungan diatas dapat di buat grafik untuk *Isotherm Freundlich* sebagai berikut untuk mendapatkan nilai regresinya. Berikut grafik *Isotherm Freundlich* untuk parameter BOD:



Gambar 4.7 Grafik *Isotherm Freundlich*

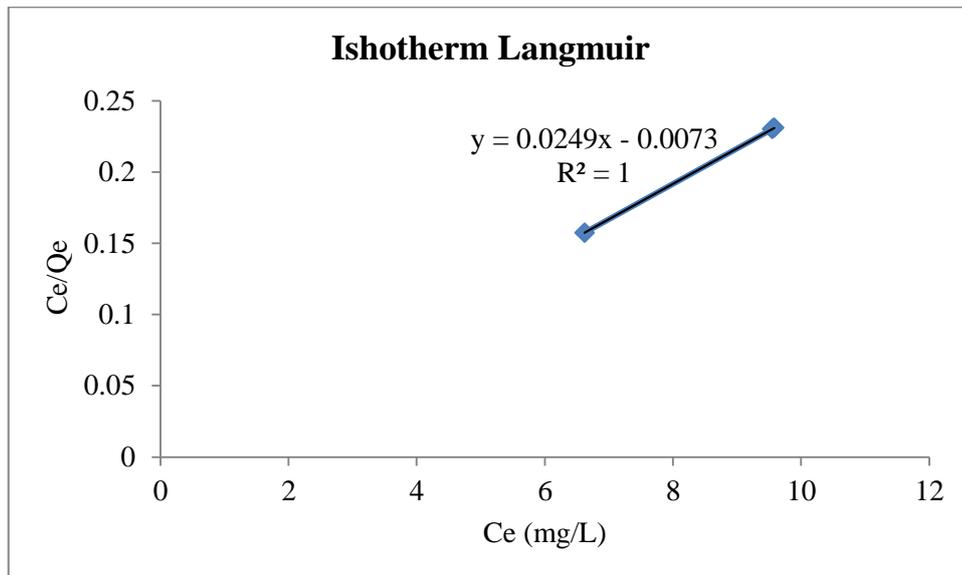
Berdasarkan grafik diatas yang menjelaskan nilai regresi yang diperoleh dari grafik tersebut dengan nilai regresi 1 dengan persamaan linear $y = -0,0383x + 1,6554$. Berikut merupakan tabel dari perhitungan *Langmuir Isotherm* untuk parameter BOD sebagai berikut:

Tabel 4.12 Perhitungan *Langmuir Isotherm*

Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Qe	Ce/Qe	m/x	1/Ce
50	216.94	6.62	42.064	0.157379232	0.0237733	0.151057
100	216.94	9.58	41.472	0.230999228	0.0241127	0.104384
150	216.94	9.55	41.478	0.230242538	0.0241092	0.104712

Sumber: Data Primer

Berdasarkan tabel hasil perhitungan diatas dapat di buat grafik untuk *Isotherm Langmuir* sebagai berikut untuk mendapatkan nilai regresinya. Berikut grafik *Isotherm Langmuir* untuk parameter BOD:



Gambar 4.8 Grafik *Isotherm Langmuir*

Berdasarkan grafik diatas yang menjelaskan nilai regresi yang diperoleh dari grafik tersebut dengan nilai regresi 1 dengan persamaan linear $y = 0.0249x - 0.0073$.

Pengujian persamaan *Isotherm Langmuir* dan *Isotherm Freundlich* dibuktikan dengan grafik linearisasi yang baik dan mempunyai harga koefisien determinasi $R^2 \geq 0.9$ (mendekati angka 1). Dari data yang telah di tampilkan di atas mengenai grafik *Isotherm Freundlich* dan grafik *Isotherm Langmuir* dapat diketahui bahwa proses adsorpsi pada air limbah industri karet dengan menggunakan adsorben kulit nanas untuk penyisihan BOD makanisme adsorpsinya membentuk *single layer (Isotherm Langmuir)* dan *multi layer*

(*Freundlich Isotherm*) hal ini ditunjukkan dengan nilai regresi dari masing-masingnya menunjukkan nilai $R^2 = 1$.

Hal ini sama seperti penelitian yang dilakukan oleh Handayani dan Sulistiyono (2009), dimana persamaan Langmuir dengan nilai $R^2 = 0.93$ dan Freundlich dengan nilai $R^2 = 0.99$ yang artinya model persamaan Freundlich mengasumsikan bahwa terdapat lebih dari satu lapisan permukaan (*multi layer*) dan sisinya bersifat heterogen, sehingga terjadi perbedaan energi pengikat pada tiap-tiap sisi. Pada model persamaan Langmuir terjadi adsorpsi di tiap-tiap sisi adsorpsi dan bersifat homogen. Karena adanya sifat homogen tersebut, maka dari kedua hasil tersebut mengikuti persamaan adsorpsi Langmuir karena dilakukan terhadap lapisan tunggal zat yang teradsorpsi (Wijayanti dan Kurniawati, 2019).

Pada persamaan *Isotherm Langmuir*, grafik dibuat dengan mengelompokkan nilai C_e/Q_e pada sumbu y dan nilai C_e pada sumbu x. Pada persamaan *Isotherm Freundlich* grafik dibuat dengan mengelompokkan nilai $\text{Log } Q_e$ pada sumbu y dan nilai $\text{Log } C_e$ pada sumbu x. Dari persamaan yang didapatkan dari kedua grafik ini, perbandingan nilai yang diperoleh dalam proses adsorpsi parameter BOD air limbah industri karet yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.13 Perbandingan nilai persamaan isotherm

<i>Isotherm Langmuir</i>				<i>Isotherm Freundlich</i>			
Qm	KL	RL	R^2	KF	1/n	n	R^2
40.1606	3.4109	0.0013	1	45.2272	0.0383	26.1096	1

Sumber: Data Primer

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa mekanisme adsorpsi terhadap parameter BOD pada air limbah industri karet terjadi secara *Isotherm Langmuir* yang menjelaskan bahwa pada situs aktif tersebut hanya dapat mengadsorpsi satu molekul. Kapasitas maksimum isotherm Langmuir untuk penyisihan amonia dalam air limbah industri karet dengan adsorben kulit nanas dengan nilai 40.1606 mg/g. Untuk isotherm Langmuir dapat dilihat ciri pentingnya yaitu RL (dimensi kuantitas adsorpsi). Nilai RL yaitu $0 < RL < 1$ merupakan indikasi adsorpsi baik (favourable). Jika $RL = 0$ merupakan indikasi adsorpsi irreveribel, $RL = 1$ adalah linear dan $RL > 1$ adalah adsorpsi unfavorabel (Thuan *et al*, 2016). Nilai RL pada penyisihan amonia dalam air limbah industri karet dengan adsorben kulit nanas yaitu 0.0013 maka proses adsorpsi adalah baik (favourable).

Menurut Siringo-Ringo (2019), Nilai Kf dan n, semakin tinggi nilai Kf dan n mengindikasikan bahwa semakin besar intensitas adsorpsi. Nilai $1/n$ pada isotherm Freundlich merupakan faktor heterogen yang menunjukkan intensitas adsorpsi dari adsorben. Untuk mengetahui kekuatan interaksi antara adsorben dan adsorbat dapat dilihat dari nilai $1/n$, semakin kecil nilai $1/n$ maka semakin kuat interaksi antara adsorben dengan adsorbat. Nilai $1/n$ antara 0 sampai 1 untuk menyatakan bahwa proses adsorpsi terjadi secara heterogen dan semakin mendekati angka 0 maka menyatakan proses adsorpsi sangat cocok untuk proses adsorpsi heterogen. Adsorpsi untuk penyisihan BOD dengan adsorben kulit nanas memiliki nilai $1/n = 0.0383$. Hal ini mengindikasikan bahwa proses adsorpsi penyisihan BOD dalam air limbah industri karet dengan adsorben kulit nanas pada permukaan adsorben secara heterogen

4.5.2 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

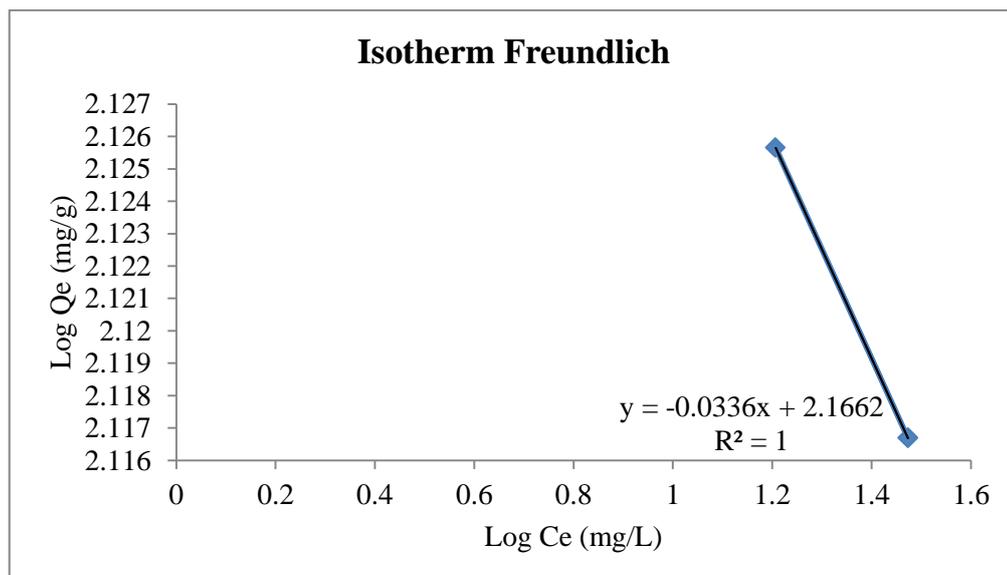
Persamaan isotherm adsorpsi pada parameter COD dibuat dengan *Langmuir Isotherm* dan *Freundlich Isotherm* dengan menggunakan data pada jumlah adsorbeb 1 gram. Data hasil perhitungan telah disajikan pada lampiran perhitungan dan data tabelnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini, berikut tabel perhitungan *Isoterm Freundlich*:

Tabel 4.14 Perhitungan *Isotherm Freundlich*

Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Log Ce	Kapasitas Adsorpsi (Qe)	Log Qe
50	683.86	16.1	1.206825876	133.552	2.125650396
100	683.86	29.74	1.473340964	130.824	2.116687424
150	683.86	29.74	1.473340964	130.824	2.116687424

Sumber: Data Primer

Berdasarkan tabel perhitungan diatas dapat di buat grafik untuk *Isotherm Freundlich* sebagai berikut untuk mendapatkan nilai regresinya. Berikut grafik *Isotherm Freundlich* untuk parameter COD:



Gambar 4.9 Grafik *Isotherm Freundlich*

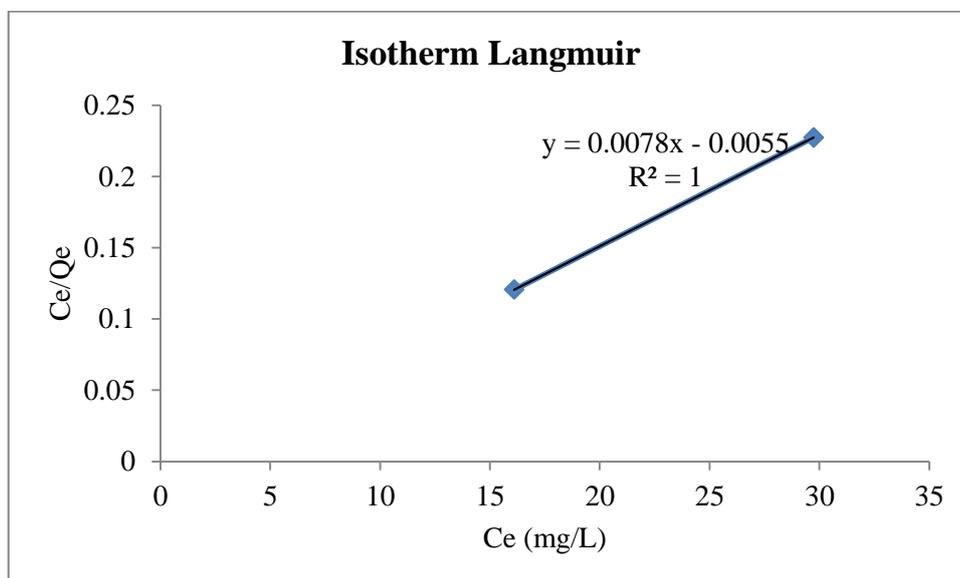
Berdasarkan grafik diatas yang menjelaskan nilai regresi yang diperoleh dari grafik tersebut dengan nilai regresi 1 dengan persamaan linear $y = -0.0336x + 2.1662$. Berikut merupakan tabel dari perhitungan *Langmuir Isotherm* untuk parameter COD sebagai berikut:

Tabel 4.15 Perhitungan *Langmuir Isotherm*

Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Qe	Ce/Qe	m/x	1/Ce
50	683.86	16.1	133.552	0.120552294	0.00748772	0.062112
100	683.86	29.74	130.824	0.227328319	0.007643857	0.033625
150	683.86	29.74	130.824	0.227328319	0.007643857	0.033625

Sumber: Data Primer

Berdasarkan tabel hasil perhitungan diatas dapat di buat grafik untuk *Isotherm Langmuir* sebagai berikut untuk mendapatkan nilai regresinya. Berikut grafik *Isotherm Langmuir* untuk parameter COD:



Gambar 4.10 Grafik *Isotherm Langmuir*

Berdasarkan grafik diatas yang menjelaskan nilai regresi yang diperoleh dari grafik tersebut dengan nilai regresi 1 dengan persamaan linear $y = 0.0078x - 0,0055$.

Pengujian persamaan *Isotherm Langmuir* dan *Isotherm Freundlich* dibuktikan dengan grafik linearisasi yang baik dan mempunyai harga koefisien determinasi $R^2 \geq 0.9$ (mendekati angka 1). Dari data yang telah di tampilkan di atas mengenai grafik *Isotherm Freundlich* dan grafik *Isotherm Langmuir* dapat diketahui bahwa proses adsorpsi pada air limbah industri karet dengan menggunakan adsorben kulit nanas untuk penyisihan COD makanisme adsorpsinya membentuk *single layer (Isotherm Langmuir)* dan *multi layer (Freundlich Isotherm)* hal ini ditunjukkan dengan nilai regresi dari masing-masingnya menunjukkan nilai $R^2 = 1$.

Hal ini sama dengan penelitian oleh Handayani dan Sulistiyono (2009), dimana persamaan Langmuir dengan nilai $R^2 = 0.93$ dan Freundlich dengan nilai $R^2 = 0.99$ yang artinya model persamaan Freundlich mengasumsikan bahwa terdapat lebih dari satu lapisan permukaan (*multi layer*) dan sisinya bersifat heterogen, sehingga terjadi perbedaan energi pengikat pada tiap-tiap sisi. Pada model persamaan Langmuir terjadi adsorpsi di tiap-tiap sisi adsorpsi dan bersifat homogen. Karena adanya sifat homogen tersebut, maka dari kedua hasil tersebut mengikuti persamaan adsorpsi Langmuir karena dilakukan terhadap lapisan tunggal zat yang teradsorpsi (Wijayanti dan Kurniawati, 2019).

Pada persamaan *Isotherm Langmuir*, grafik dibuat dengan mengelompokkan nilai C_e/Q_e pada sumbu y dan nilai C_e pada sumbu x. Pada persamaan *Isotherm*

Freundlich grafik dibuat dengan mengelompokkan nilai Log Q_e pada sumbu y dan nilai Log C_e pada sumbu x. Dari persamaan yang didapatkan dari kedua grafik ini, perbandingan nilai yang diperoleh dalam proses adsorpsi parameter COD air limbah industri karet yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.16 Perbandingan nilai persamaan isotherm

<i>Isotherm Langmuir</i>				<i>Isotherm Freundlich</i>			
Qm	KL	RL	R ²	KF	1/n	n	R ²
128.2051	1.4181	0.00103	1	146.6222	0.0336	29.7619	1

Sumber: Data Primer

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa mekanisme adsorpsi terhadap parameter COD pada air limbah industri karet terjadi secara *Isotherm Langmuir* yang menjelaskan bahwa pada situs aktif tersebut hanya dapat mengadsorpsi satu molekul. Kapasitas maksimum isotherm Langmuir untuk penyisihan amonia dalam air limbah industri karet dengan adsorben kulit nanas dengan nilai 128.2051 mg/g. Untuk isotherm Langmuir dapat dilihat ciri pentingnya yaitu RL (dimensi kuantitas adsorpsi). Nilai RL yaitu $0 < RL < 1$ merupakan indikasi adsorpsi baik (favourable). Jika $RL = 0$ merupakan indikasi adsorpsi irreveribel, $RL = 1$ adalah linear dan $RL > 1$ adalah adsorpsi unfavourabel (Thuan *et al*, 2016). Nilai RL pada penyisihan amonia dalam air limbah industri karet dengan adsorben kulit nanas yaitu 0.00103 maka proses adsorpsi adalah baik (favourable).

Menurut Siringo-Ringo (2019), Nilai Kf dan n, semakin tinggi nilai Kf dan n mengindikasikan bahwa semakin besar intensitas adsorpsi. Nilai 1/n pada isotherm Freundlich merupakan faktor heterogen yang menunjukkan intensitas

adsorpsi dari adsorben. Untuk mengetahui kekuatan interaksi antara adsorben dan adsorbat dapat dilihat dari nilai $1/n$, semakin kecil nilai $1/n$ maka semakin kuat interaksi antara adsorben dengan adsorbat. Nilai $1/n$ antara 0 sampai 1 untuk menyatakan bahwa proses adsorpsi terjadi secara heterogen dan semakin mendekati angka 0 maka menyatakan proses adsorpsi sangat cocok untuk proses adsorpsi heterogen. Adsorpsi untuk penyisihan COD dengan adsorben kulit nanas memiliki nilai $1/n = 0.0336$. Hal ini mengindikasikan bahwa proses adsorpsi penyisihan COD dalam air limbah industri karet dengan adsorben kulit nanas pada permukaan adsorben secara heterogen.

4.5.3 Amonia

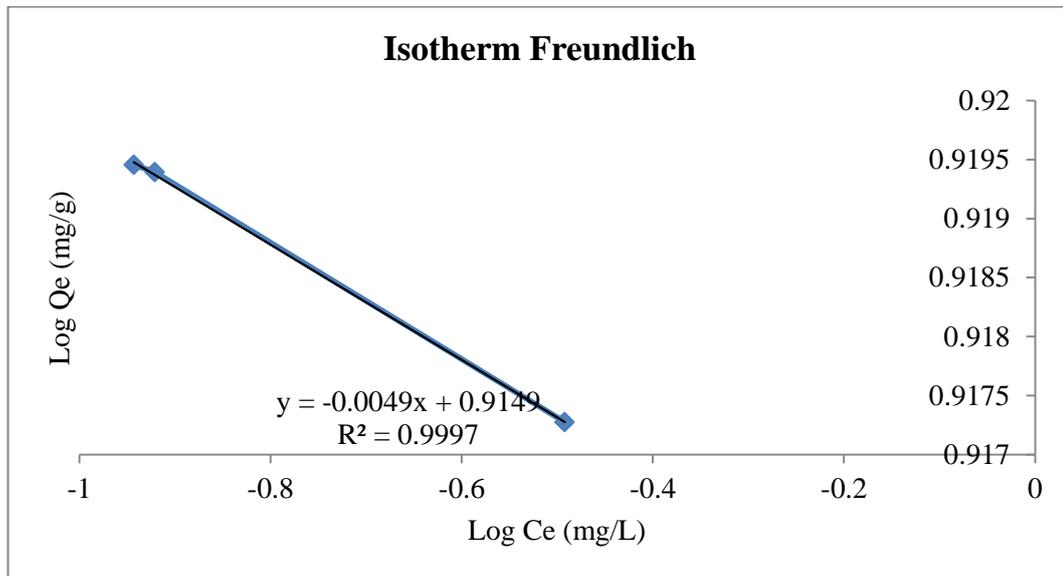
Persamaan isotherm adsorpsi pada parameter amonia dibuat dengan persamaan *Langmuir Isotherm* dan *Freundlich Isotherm* dengan menggunakan data pada jumlah adsorben 1,5 gram. Data hasil perhitungan telah disajikan pada lampiran perhitungan dan data tabelnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini, berikut tabel perhitungan *Isotherm Freundlich* dibawah ini:

Tabel 4.17 Perhitungan *Isotherm Freundlich*

Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Log Ce	Kapasitas Adsorpsi (Qe)	Log Qe
50	41.65	0.322	-0.492144128	8.2656	0.917274384
100	41.65	0.1199	-0.921180817	8.30602	0.919392973
150	41.65	0.114	-0.943095149	8.3072	0.919454666

Sumber: Data Primer

Berdasarkan tabel perhitungan diatas dapat di buat grafik untuk *Isotherm Freundlich* sebagai berikut untuk mendapatkan nilai regresinya. Berikut grafik *Isotherm Freundlich* untuk parameter amonia:



Gambar 4.11 Grafik *Isotherm Freundlich*

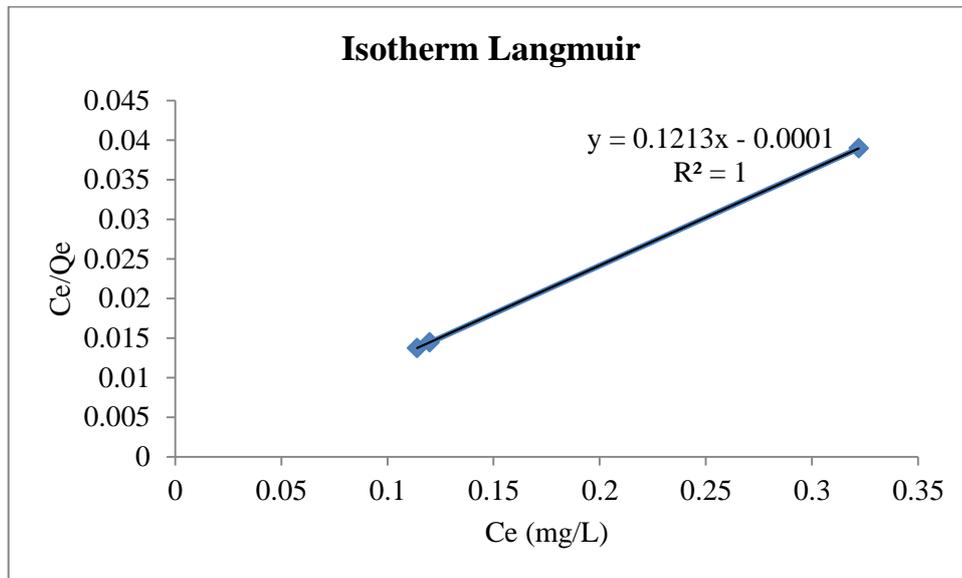
Berdasarkan grafik diatas yang menjelaskan nilai regresi yang diperoleh dari grafik tersebut dengan nilai regresi 0,9997 dengan persamaan linear $y = -0,0049x + 0,9149$. Berikut merupakan tabel dari perhitungan persamaan *Langmuir Isotherm* untuk parameter amonia sebagai berikut:

Tabel 4.18 Perhitungan *Langmuir Isotherm*

Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Qe	Ce/Qe	m/x	1/Ce
50	41.65	0.322	8.2656	0.03895664	0.120983	3.10559
100	41.65	0.1199	8.30602	0.014435313	0.120395	8.340284
150	41.65	0.114	8.3072	0.013723035	0.120378	8.77193

Sumber: Data Primer

Berdasarkan tabel hasil perhitungan diatas dapat di buat grafik untuk *Isotherm Langmuir* sebagai berikut untuk mendapatkan nilai regresinya. Berikut grafik *Isotherm Langmuir* untuk parameter amonia:



Gambar 4.12 Grafik *Isotherm Langmuir*

Berdasarkan grafik diatas yang menjelaskan nilai regresi yang diperoleh dari grafik tersebut dengan nilai regresi 1 dengan persamaan linear $y = 0,1213x - 0,0001$.

Pengujian persamaan *Isotherm Langmuir* dan *Isotherm Freundlich* dibuktikan dengan grafik linearisasi yang baik dan mempunyai harga koefisien determinasi $R^2 \geq 0.9$ (mendekati angka 1). Dari data yang telah di tampilkan di atas mengenai grafik *Isotherm Freundlich* dan grafik *Isotherm Langmuir* dapat diketahui bahwa proses adsorpsi pada air limbah industri karet dengan menggunakan adsorben kulit nanas untuk penyisihan amonia mekanisme adsorpsinya membentuk *single layer (Isotherm Langmuir)* dan *multi layer (Freundlich Isotherm)* hal ini ditunjukkan dengan nilai regresi dari Freundlich $R^2 = 0.9997$ dan nilai regresi Langmuir $R^2 = 1$.

Hal ini sama dengan penelitian oleh Handayani dan Sulistiyono (2009), dimana persamaan Langmuir dengan nilai $R^2 = 0.93$ dan Freundlich dengan nilai

$R^2 = 0.99$ yang artinya model persamaan Freundlich mengasumsikan bahwa terdapat lebih dari satu lapisan permukaan (*multi layer*) dan sisinya bersifat heterogen, sehingga terjadi perbedaan energi pengikat pada tiap-tiap sisi. Pada model persamaan Langmuir terjadi adsorpsi di tiap-tiap sisi adsorpsi dan bersifat homogen. Karena adanya sifat homogen tersebut, maka dari kedua hasil tersebut mengikuti persamaan adsorpsi Langmuir karena dilakukan terhadap lapisan tunggal zat yang teradsorpsi (Wijayanti dan Kurniawati, 2019).

Pada persamaan *Isotherm Langmuir*, grafik dibuat dengan mengelompokkan nilai C_e/Q_e pada sumbu y dan nilai C_e pada sumbu x. Pada persamaan *Isotherm Freundlich* grafik dibuat dengan mengelompokkan nilai $\text{Log } Q_e$ pada sumbu y dan nilai $\text{Log } C_e$ pada sumbu x. Dari persamaan yang didapatkan dari kedua grafik ini, perbandingan nilai yang diperoleh dalam proses adsorpsi parameter amonia air limbah industri karet yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.19 Perbandingan Nilai Persamaan Isotherm

<i>Isotherm Langmuir</i>				<i>Isotherm Freundlich</i>			
Qm	KL	RL	R^2	KF	1/n	n	R^2
8.244	1213	0.0000197	1	8.2205	0.0049	204.0816	0.9997

Sumber: Data Primer

Dari tabel 4.18 di atas dapat diketahui bahwa mekanisme adsorpsi terhadap parameter amonia pada air limbah industri karet terjadi secara *Isotherm Langmuir* yang menjelaskan bahwa pada situs aktif tersebut hanya dapat mengadsorpsi satu molekul. Kapasitas maksimum isotherm Langmuir untuk penyisihan amonia dalam air limbah industri karet dengan adsorben kulit nanas dengan nilai 8.244

mg/g. Untuk isotherm Langmuir dapat dilihat ciri pentingnya yaitu RL (dimensi kuantitas adsorpsi). Nilai RL yaitu $0 < RL < 1$ merupakan indikasi adsorpsi baik (favourable). Jika $RL = 0$ merupakan indikasi adsorpsi irreveribel, $RL = 1$ adalah linear dan $RL > 1$ adalah adsorpsi unfavorabel (Thuan *et al*, 2016). Nilai RL pada penyisihan amonia dalam air limbah industri karet dengan adsorben kulit nanas yaitu 0.0000197 maka proses adsorpsi adalah baik (favourable).

Menurut Siringo-Ringo (2019), Nilai Kf dan n, semakin tinggi nilai Kf dan n mengindikasikan bahwa semakin besar intensitas adsorpsi. Nilai $1/n$ pada isotherm Freundlich merupakan faktor heterogen yang menunjukkan intensitas adsorpsi dari adsorben. Untuk mengetahui kekuatan interaksi antara adsorben dan adsorbat dapat dilihat dari nilai $1/n$, semakin kecil nilai $1/n$ maka semakin kuat interaksi antara adsorben dengan adsorbat. Nilai $1/n$ antara 0 sampai 1 untuk menyatakan bahwa proses adsorpsi terjadi secara heterogen dan semakin mendekati angka 0 maka menyatakan proses adsorpsi sangat cocok untuk proses adsorpsi heterogen. Adsorpsi untuk penyisihan amonia dengan adsorben kulit nanas memiliki nilai $1/n = 0.0049$. Hal ini mengindikasikan bahwa proses adsorpsi penyisihan amonia dalam air limbah industri karet dengan adsorben kulit nanas pada permukaan adsorben secara heterogen.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah:

1. Adsorben kulit nanas memiliki tingkat penyisihan pencemar air limbah industri karet pada parameter BOD yang optimum pada massa adsorben 1 gr dengan kecepatan pengadukan 50 rpm memiliki efisiensi 96.94%. Kemudian pada parameter COD yang optimum pada massa adsorben 1 gr dengan kecepatan pengadukan 50 rpm memiliki efisiensi 97.64% dan pada parameter amonia yang optimum pada massa adsorben 1 gr dengan kecepatan pengadukan 150 rpm memiliki efisiensi 99.72%.
2. Variasi massa adsorben memberi pengaruh terhadap penyisihan pada parameter BOD tidak terlalu signifikan karena penyisihan setiap massanya sama yaitu 96%. Kemudian untuk parameter COD nilai efisiensi penyisihan 96%-97% dan pada parameter amonia penyisihan pencemarnya dengan menggunakan variasi massa adsorben cukup berpengaruh karena nilai penyisihannya 94%-99%.
3. Variasi kecepatan pengadukan memberi pengaruh terhadap penyisihan pada parameter BOD tidak terlalu signifikan karena penyisihannya hanya 95%-96%. Kemudian pada parameter COD pengaruh kecepatan juga tidak memperlihatkan pengaruh yang signifikan dengan nilai efisiensi 95%-97% dan untuk parameter amonia nilai efisiensi yang dihasilkan 99% setiap kecepatan pengadukan yang digunakan.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini penulis sadar banyak kekurangan sehingga saran yang dapat diberikan oleh penulis untuk penelitian selanjutnya guna melengkapi kekurangan pada penelitian ini:

1. Melakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan variabel lain seperti waktu kontak atau waktu perendaman adsorben saat aktivasi.
2. Melakukan penelitian lanjutan dengan memvariasikan ukuran adsorben yang digunakan.
3. Melakukan penambahan rentang kecepatan pengadukan untuk mengetahui pengaruh dari kecepatan pengadukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, J., Shafique, E., Zaman, W. U., Salman, M. dan Anwar, S. 2010. Removal Pb (II) and Cd (II) From Water By Biosorption On Peel Of Banana. *Institut Of Chemistry*. Vol. 101 (6).
- Astuti, W., Junaedi, A., Suryani, E., & Ismail, R. (2006). Penurunan Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Kelapa Sawit (CPO) Menggunakan Zeolit Alam Lampung. *Paper presented at the Prosiding Seminar Nasional Iptek Solusi Kemandirian Bangsa*.
- Audies, A. 2015. Uji Efektifitas Antibakteri Ekstrak Kulit Nanas (*Ananas comosus (L) Merr.*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus mutans* Penyebab Karies Gigi. Skripsi. Universitas Andalas Padang.
- Budiono, Ari. 2010. Pengaruh Aktivasi Arang Tempurung Kelapa dengan Asam Sulfat dan Asam Fosfat untuk Adsorpsi Fenol. *Tesis*. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro. Semarang.
- Chaokaur, A., Laikhonburi, Y., Kunmee, C., Santhong, C And Chimtong, S. 2008. Evaluation Of Nutrive Value And Sugar Charbohydrate Of Pinepple Residue. *Jurnal Khon Kean Arg*. 42:301-306.
- Dewi, D. S., Prasetyo, H. E., Karnadeli, E. 2020. Pengolahan Air Limbah Industri Karet Remah (Crumb Rubber) Dengan Menggunakan Reagen Fenton. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 5 (1).
- Fasya, A. Z dan Fadila, N. 2017. Pemanfaatan Arang Sekam Padi Sebagai Adsorben Guna Mengurangi Limbah Cr. Skripsi. Departemen Teknik Kimia Industri Insttut Teknologi Sepuluh November.
- Fatmi, D dan Putra, B. H. 2018. Studi Efektivitas Limbah Kulit Pisang (*Musa Acuminata*) Sebagai Biosorben Logam Berat Seng (Zn). *Menara Ilmu*. Vol. 7 (9).
- Ginting, F. D. 2008. Pengujian Alat Pendingin Sistem Adsorpsi Dua Adsorber Dengan Menggunakan Metanol 1000 mL Sebagai Refrigeran. *Jurnal Teknik Mesin*. Vol. 4 (1).
- Giyatami, 2008. Penurunan Kadar Cu, Cr dan Ag dalam Limbah Cair Industri Perak di Kottagede Setelah diadsorpsi dangan Tanah Liat dari Daerah Godean. *Jurnal Teknik*. Vol. 1 (2).
- Giyatmi., Sembiring, A. P dan Putra, S. 2019. Adsorpsi Logam Seng Pada Limbah Batik Menggunakan Pulpa Kopi Terxanthasi. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*.
- Jamilatun, S dan Setiawan, M. 2014. Pembuatan Arang Aktif Dari Tempurung Kelapa Dan Aplikasinya Untuk Penjernihan Asap Cair. *Spektrum Industri*. Vol. 12 (1).

- Kantor Deputi Menegristek Bidang Pemberdayaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.
- Kasman, M. 2011. Use Of Rice Husks And Its Modified Forms As Adsorbent For Leachate Treatment In Batch And Column Operations. Tesis. Faculty Of Engineering University Of Malaya Kuala Lumpur.
- Khairunisa, R. 2008. Kombinasi Teknik Elektrolisis dan Teknik Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif Untuk Menurunkan Konsentrasi Senyawa Fenol dalam Air. *Jurnal FMIPA*. Vol. 1 (2)
- Laos, L. E dan Selan, A. 2016. Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*. Vol 1(1).
- Lyliana H, Yola. 2013. Pemanfaatan Arang Aktif sebagai Absorban Logam Berat dalam Air Lindi di TPA Pakusari Jember. *Skripsi*. Program Sarjana Universitas Jember. Jawa Timur.
- Manocha, S. M. 2003. *Porosus Carbon. Departement of Materials Sience Standar Patel University, India*. Vol. 28.
- Mayasari, R., Purba. E dan Djana, M. 2020. Penyisihan Kadar Amonia (HN3) dalam Limbah Cair Karet Dengan Kombinasi Adsorben Bentonit dan Zeolit Secara Kontinyu. *Prosiding SINTA 3*. 110.
- Moertinah, S. 2010. Kajian Proses Anaerobik sebagai Alternatif Teknologi Pengolahan Air Limah Industri organik Tinggi. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan pencemaran Industri*. Vol.1(2).
- Naswir, M., Yasdi., Caniago, M. A dan Wibowo, Y. G. 2020. Pemanfaatan Kompilasi Bantonit Dan Karbon Aktif Dari Batu Bara Untuk Menurunkan Kadar BOD Dan COD Pada Limbah Cair Industri Karet. *Jurnal Presipitasi*. Vol. 17 (2).
- Nurhayati, C., Hamzah, B dan Pambayun, R. 2013. Optimasi Pengolahan Limbah Cair Karet Remah Menggunakan Mikroalga Indigen Dalam Menurunkan Kadar BOD, COD dan TSS. *Jurnal Dinamika Penelitian*. Vol.24. No.1.
- Nurhayati, N. 2014. Perubahan Kandungan Protein dan Serat Kasar Kulit Nanas Yang Difermentasi Dengan Plain Yoghurt. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*. Vol. 15 (1).
- Ma'rifah., Jamaludin., Yuyun, Y dan Widodo, A. 2018. Pengaruh Penambahan Aktivator Dalam Pembuatan Karbon Aktif Ampas Tahu Sebagai Adsorben Minyak Jelantah. *Kovalen*. Vol. 4 (1).
- Mopoung, S. 2008. Surface Image of Charcoal and Activated Charcoal From Banana Peel. *Journal of Microsopy Society of Thailand*. 22: 15-16.
- Peraturan Menteri Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.

- Properity, G. H., Agustina, N. R., Wardhani, D. P dan Vitasari, D. 2021. Penurunan COD Dan TSS Pada Limbah Cair Tahu Dengan Metode Elektrokoagulasi. *Jurnal Teknik*. Vol. 2 (1).
- Puziy, A.M., Poddubnaya, O.I., Socha, R.P., Gurgul, J., Wisniewski, M., 2008. XPS and NMR studies of phosphoric acid activated carbons. *Carbon* 46, 2113–2123.
- Ramadhani, E. D. 2021. Penerapan Zat Warna Methylene Blue Oleh Kulit Kelengkeng (*Euphoria longan lour*) Sebagai Biosorbe. *Skripsi*. Universitas Negeri Padang.
- Rianto, D. 2020. Analisis Kemampuan Daun Kulit dan Mahkota Limbah Nanas Dalam Menguraikan Limbah Pewarna Buatan *Methylene Blue*. *Skripsi*. Universitas Batanghari Jambi.
- Said, N. 2017. *Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: Erlangga.
- Sarengat, N., Setyorini, I dan Prayitno. 2015. Pengaruh Penggunaan Adsorben Terhadap Kandungan Amonia (NH₃-N) Pada Limbah Cair Indudtri Karet RSS. *Prosiding Seminar Nasional Kulit Karet dan Plastik*. ISSN: 2477-3298.
- Setyorini, I., Sarengat, N, Prayitno dan Sugihartono. 2016. Pengolahan Limbah Cair Industri Lateks Pekat Dengan Berbagai Adsorben Lokal. *Prosiding Seminar Nasional Kulit Karet dan Plastik*. ISSN: 2477-3298.
- Sirajuddin., Syahrir, M dan Syahrir, I. 2017. Optimasi Kecepatan Pengadukan Pada Proses Adsorpsi Limbah Cair Laundry Untuk Menurunkan Kadar Surfaktan Menggunakan Batu Bara. *Jurnal UMJ*. Vol. 2(1).
- Siringo-Ringo, E. P. 2019. Pengaruh Waktu Kontak, Ph Dan Dosis Adsorben Dalam Penurunan Kadar Pb Dan Cd Menggunakan Adsorben Dari Kulit Pisang. *Tugas Akhir*. Universitas Sumatera Utara.
- Soedarya, A. P. 2009. *Budidaya Usaha Pengolahan Agribisnis Nanas*. Bandung: Pustaka Grafika.
- Sofyan, A., Kurniaty, N dan Wisnuwardhani, H. A. 2020. Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Kulit Nanas (*Ananas comosus* (L.) Meer) Menggunakan Aktivaror H₂SO₄. *Jurnal Farmasi*. Vol. 6 (2).
- Swastha, J. T. 2010. Kemampuan Arang Aktif Dari Kulit Singkong dan Dari Tongkol Jagung Dalam Penurunan Kadar COD dan BOD Limbah Pabrik Tahu. *Tugas Akhir*. Universitas Semarang.
- Syauqiah, L. 2011. Analisis Variasi Watu dan Kecepatan Pengadukan Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif. *Info Teknik*. Vol. 12 (1).
- Verayana., Papatungan, M dan Lyabu, H. 2018. Pengaruh Aktivator HCl dan H₃PO₄ terhadap Karakteristik (Morfologi Pori) Arang Aktif Tempurung

- Kelapa serta Uji Adsorpsi pada Logam Timbal (Pb). *Jurnal Entropi*. Vol. 13 (1).
- Vinsiah, R., A. Suharman dan Desi. 2013. Pembuatan Karbon Aktif Dari Cangkang Kulit Karet (*Hevea brasilliensis*). Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Weng, C. H., Lin, Y. T dan Tzeng, T. W. 2009. Penghapusan Metilen Biru Dari Larutan Berair Dengan Adsorpsi Ke Bubuk Biomassa Nanas. *Jurnal Bahan Berbahaya*. 170.
- Widayatno, T. Teti, Y dan Agung, A. S. 2017. Adsorpsi Logam Berat (Pb) dari Limbah Cair dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Jurnal Telnologi Bahan Alam*. Vol. 2 (1).
- Yulianti, D., Kusumo, W dan Widya, M. 2005. Pemanfaatan Limbah Ciar Pabrik Karet PTPN IX Kebun Batu Jamus Karang Anyar Hasil Fitoremediasi Dengan *Azolla microphylla Kaulf* Untuk Pertumbuhan Tanaman Padi. *Biosmart*. Vol. 7. No. 2.

LAMPIRAN PERHITUNGAN

Lampiran 1: Pembuatan Larutan

A. Perhitungan Pembuatan Larutan HNO₃ 1 M

$$\text{Massa jenis} = 1,39 \text{ gr/ml}$$

$$\text{Kemurnian} = 65\%$$

$$\text{Berat molekul} = 63,01 \text{ gr/mol}$$

$$\rho = \frac{\text{Massa}}{V}$$

$$M = \rho \times V$$

$$= 1,39 \times 65$$

$$= 90,35 \text{ gr}$$

$$M = \frac{\text{Massa}}{Mr} \times \frac{1000}{V}$$

$$= \frac{90,35}{63,01} \times \frac{1000}{100}$$

$$= 14,34$$

$$V1 \cdot M1 = V2 \cdot M2$$

$$V1 \cdot 14,34 \text{ M} = 250 \text{ ml} \cdot 1 \text{ M}$$

$$V1 = \frac{250 \text{ ml}}{14,34}$$

$$V1 = 17,42 \text{ ml}$$

Lampiran II. Perhitungan Karakterisasi Adsorben

1. Kadar Air

$$\text{Berat Sampel} = 1 \text{ gr}$$

$$\text{Suhu} = 105^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Waktu} = 15 \text{ menit}$$

$$\text{Massa cawan kosong (W1)} = 61,756 \text{ gr}$$

$$\text{Massa cawan + sampel awal (W2)} = 62,756 \text{ gr}$$

$$\text{Massa cawan + sampel akhir (W3)} = 62,679 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Kadar Air} &= \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100\% \\ &= \frac{62,756 - 62,679}{62,756 - 61,756} \times 100\% \\ &= 7,7\% \end{aligned}$$

2. Kadar Abu

$$\text{Berat Sampel} = 1 \text{ gr}$$

$$\text{Suhu} = 600^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Waktu} = 5 \text{ menit}$$

$$\text{Massa cawan kosong (W1)} = 7,066 \text{ gr}$$

$$\text{Massa cawan + sampel awal (W2)} = 8,066 \text{ gr}$$

$$\text{Massa cawan + sampel akhir (W3)} = 8,021 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Kadar Abu} &= \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100\% \\ &= \frac{8,066 - 8,021}{8,066 - 7,066} \times 100\% \\ &= 4,5\% \end{aligned}$$

3. Kadar *Volatil*

Berat Sampel = 1 gr

Suhu = 900°C

Waktu = 7 menit

Massa cawan kosong (W1) = 61,751 gr

Massa cawan + sampel awal (W2) = 62,751 gr

Massa cawan + sampel akhir (W3) = 62,615 gr

$$\begin{aligned}\% \text{ Kadar } \textit{Volatil} &= \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100\% \\ &= \frac{62,751 - 62,615}{62,751 - 61,751} \times 100\% \\ &= 13,6\%\end{aligned}$$

Lampiran III: Perhitungan Kapasitas Adsorpsi dan Efisiensi Penyerapan

1. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

a. Pengaruh Kecepatan Pengadukan

- 0.5 gram

Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Efisiensi Penyisihan (%)
50	216.94	7.61	96.49
100	216.94	9.58	95.58
150	216.94	15.52	92.84

Konsentrasi awal = 216,94 mg/L

Konsentrasi akhir = 7.61 mg/L

$$\% \text{ Penyerapan} = \frac{216.94 - 7.61}{216.94} \times 100$$

$$= 96,49\%$$

- 1 gram

Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Efisiensi Penyisihan (%)
50	216.94	6.62	96.94
100	216.94	9.58	95.58
150	216.94	9.55	95.59

- 1.5 gram

Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Efisiensi Penyisihan (%)
50	216.94	8.56	96.05420854
100	216.94	11.53	94.68516641
150	216.94	6.56	96.97612243

b. Pengaruh Massa Adsorben

- 50 rpm

Massa Adsorben (gr)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Efisiensi Penyisihan(%)
0.5	216.94	7.61	96.49
1	216.94	6.62	96.94
1.5	216.94	8.56	96.05

Konsentrasi awal = 216,94 mg/L

Konsentrasi akhir = 7.61 mg/L

$$\% \text{ Penyerapan} = \frac{216.94 - 7.61}{216.94} \times 100$$

$$= 96,49\%$$

- 100 rpm

Massa Adsorben (gr)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Efisiensi Penyisihan(%)
0.5	216.94	9.58	95.58
1	216.94	9.58	95.58
1.5	216.94	11.53	94.68

- 150 rpm

Massa Adsorben (gr)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Efisiensi Penyisihan(%)
0.5	216.94	15.52	92.84
1	216.94	9.55	95.59
1.5	216.94	6.56	96.97

2. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

a. Pengaruh Kecepatan Pengadukan

- 0,5 gram

Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Efisiensi Penyisihan (%)
50	683.86	22.92	96.64
100	683.87	32.01	95.31928583
150	683.88	47.93	92.99146049

- 1 gram

Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Efisiensi Penyisihan (%)
50	683.86	16.1	97.64
100	683.87	29.74	95.65
150	683.88	29.74	95.65

- 1,5 gram

Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Efisiensi Penyisihan (%)
50	683.86	25.2	96.31
100	683.87	34.29	94.98
150	683.88	18.38	97.31

b. Pengaruh Massa Adsorben

- 50 rpm

Massa Adsorpsi (gr)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Efisiensi Penyisihan (%)
0.5	683.86	22.92	96.64
1	683.86	16.1	97.64
1.5	683.86	25.2	96.31

- 100 rpm

Massa Adsorpsi (gr)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Efisiensi Penyisihan (%)
0.5	683.86	32.01	95.31
1	683.86	29.74	95.65
1.5	683.86	34.29	94.98

- 150 rpm

Massa Adsorpsi (gr)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Efisiensi Penyisihan (%)
0.5	683.86	47.93	92.99
1	683.86	29.74	95.65
1.5	683.86	18.38	97.31

3. Amonia

a. Pengaruh Kecepatan Pengadukan

- 0,5 gram

Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Efisiensi Penyisihan (%)
50	41.65	3.5	91.59
100	41.65	4.15	90.03
150	41.65	2.38	94.28

- 1 gram

Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Efisiensi Penyisihan (%)
50	41.65	0.322	99.22
100	41.65	0.1199	99.71
150	41.65	0.114	99.72

- 1,5 gram

Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Efisiensi Penyisihan (%)
50	41.65	0.2957	99.29
100	41.65	0.5036	98.79
150	41.65	0.1199	99.71

b. Pengaruh Massa Adsorben

- 50 rpm

Massa Adsorben (gr)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Efisiensi Penyisihan (%)
0.5	41.65	3.56	91.45
1	41.65	0.322	99.22
1.5	41.65	0.2957	99.29

- 100 rpm

Massa Adsoben (gr)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Efisiensi Penyisihan (%)
0.5	41.65	4.15	90.03
1	41.65	0.1199	99.71
1.5	41.65	0.2957	99.29

- 150 rpm

Massa Adsoben (gr)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Efisiensi Penyisihan (%)
0.5	41.65	2.38	94.28
1	41.65	0.114	99.72
1.5	41.65	0.1199	99.71

Lampiran IV: Perhitungan Isotherm Adsorpsi

1. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

- *Isotherm Freundlich*

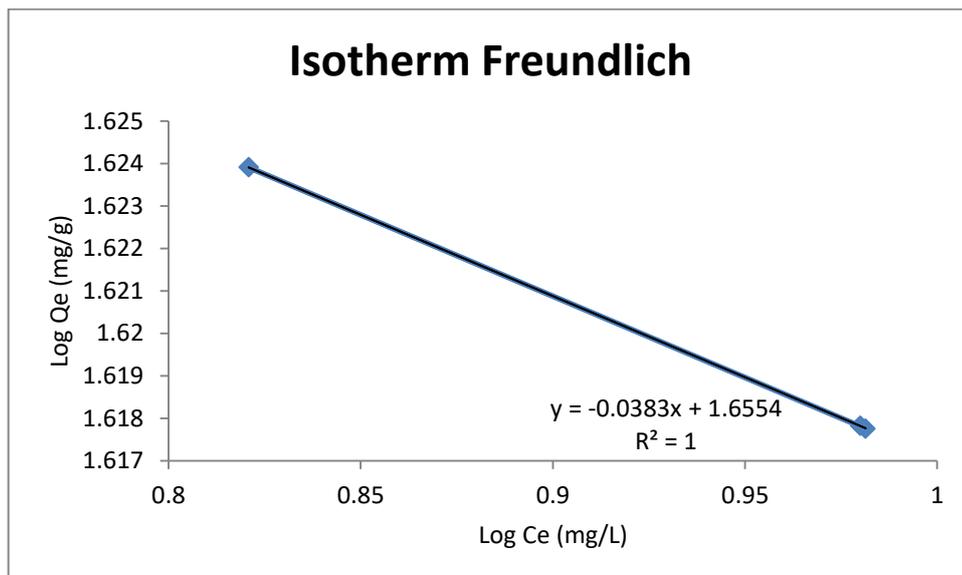
Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Log Ce	Kapasitas Adsorpsi (Qe)	Log Qe
50	216.94	6.62	0.820857989	42.064	1.6239106
100	216.94	9.58	0.981365509	41.472	1.617755
150	216.94	9.55	0.980003372	41.478	1.6178178

$$\text{Konsentrasi awal (Co)} = 216.94 \text{ mg/L}$$

$$\text{Konsentrasi akhir (Ce)} = 6.62 \text{ mg/L}$$

$$\text{Massa (m)} = 1 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas adsorpsi (Qe)} &= \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{m} \times V \\ &= \frac{216.94 - 6.62 \text{ mg/L}}{1 \text{ g}} \times 0,2 \text{ L} \\ &= 42.064 \text{ mg/g} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Log KF} &= 1.6554 \\ \text{KF} &= 10^{1.6554} \\ \text{KF} &= 45.2272 \\ 1/n &= 0.0383 \\ n &= \frac{1}{0.0383} \\ n &= 26.1096 \end{aligned}$$

- *Isotherm Langmuir*

Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Qe	Ce/Qe	m/x	1/Ce
50	216.94	6.62	42.064	0.157379232	0.0237733	0.151057
100	216.94	9.58	41.472	0.230999228	0.0241127	0.104384
150	216.94	9.55	41.478	0.230242538	0.0241092	0.104712

$$\text{Konsentrasi awal (Co)} = 216.94 \text{ mg/L}$$

$$\text{Konsentrasi akhir (Ce)} = 6.62 \text{ mg/L}$$

$$\text{Massa (m)} = 1 \text{ gr}$$

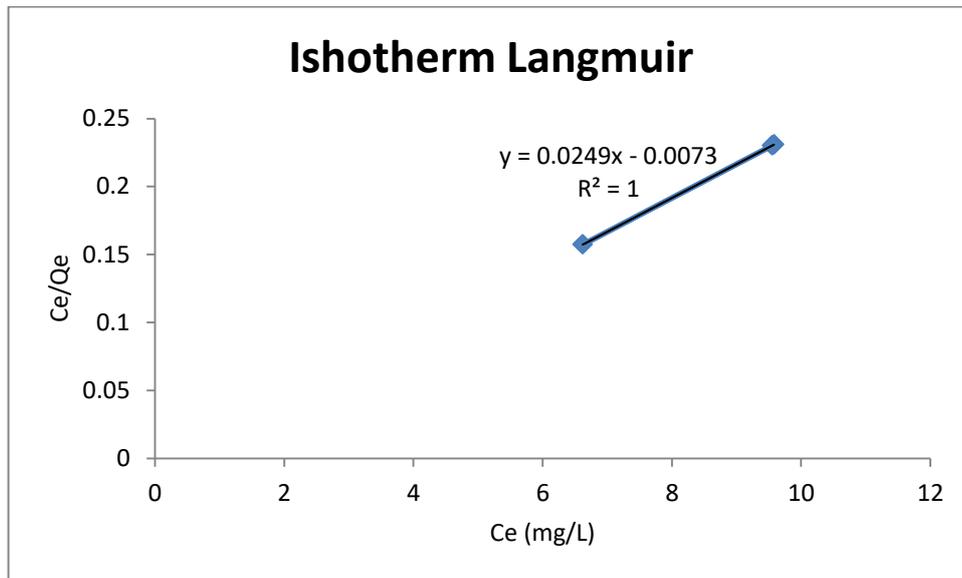
$$\text{Kapasitas adsorpsi (Qe)} = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{m} \times V$$

$$= \frac{216.94 - 6.62 \text{ mg/L}}{1 \text{ g}} \times 0,2 \text{ L}$$

$$= 42.064 \text{ mg/g}$$

$$\text{Ce/Qe} = \frac{6.62 \text{ mg/L}}{42.064 \text{ mg/g}}$$

$$= 0.157379232$$



$$\begin{aligned}
 Q_m &= \frac{1}{\text{Slope}} \\
 &= \frac{1}{0.0249} \\
 &= 40.1606 \text{ mg/g}
 \end{aligned}$$

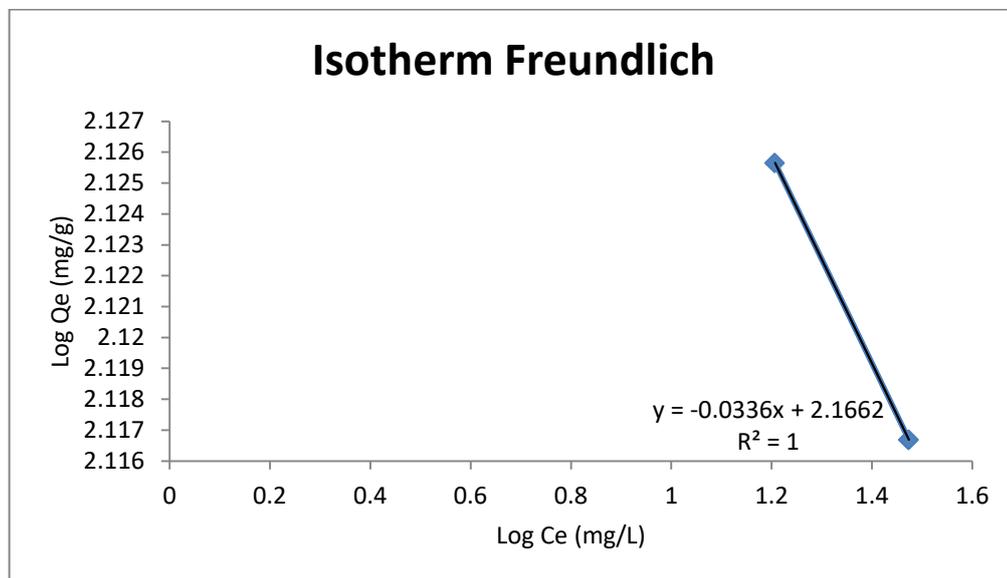
$$\begin{aligned}
 KL &= \frac{\text{Slope}}{\text{Intersep}} \\
 &= \frac{0.0249}{0.0073} \\
 &= 3.4109
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 RL &= \frac{1}{(1 + KL \times C_i)} \\
 &= 0.0013
 \end{aligned}$$

2. COD (Chemical Oxygen Demand)

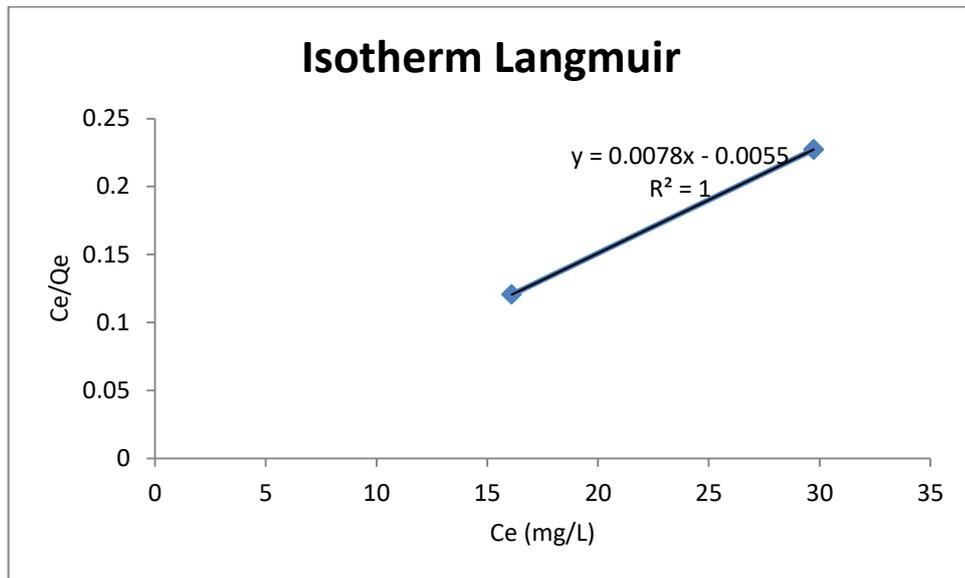
- Isotherm Freundlich

Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Log Ce	Kapasitas Adsorpsi (Qe)	Log Qe
50	683.86	16.1	1.206825876	133.552	2.125650396
100	683.86	29.74	1.473340964	130.824	2.116687424
150	683.86	29.74	1.473340964	130.824	2.116687424



- Isotherm Langmuir

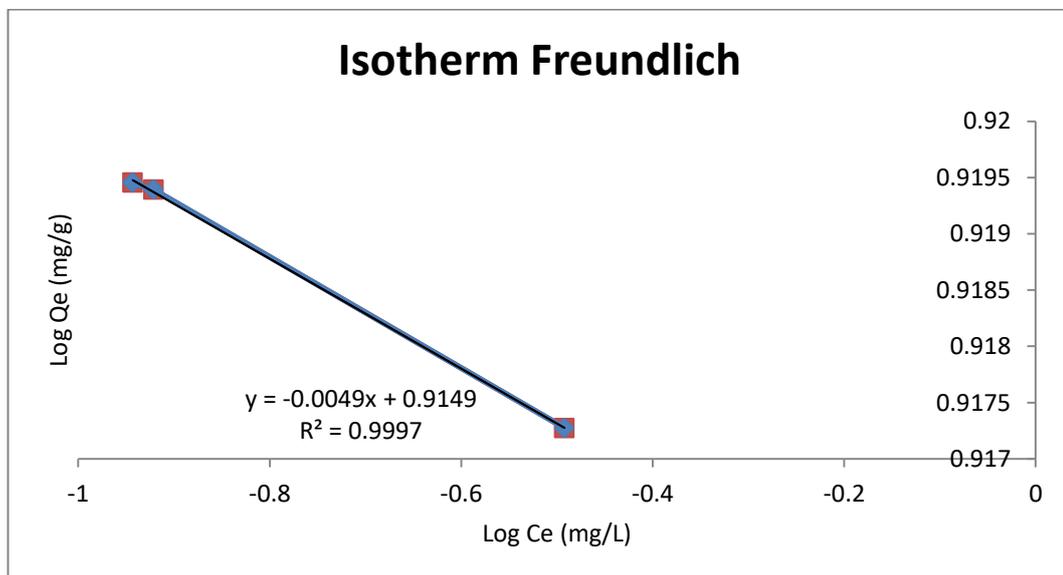
Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Qe	Ce/Qe	m/x	1/Ce
50	683.86	16.1	133.552	0.120552294	0.00748772	0.062112
100	683.86	29.74	130.824	0.227328319	0.007643857	0.033625
150	683.86	29.74	130.824	0.227328319	0.007643857	0.033625



3. Amonia

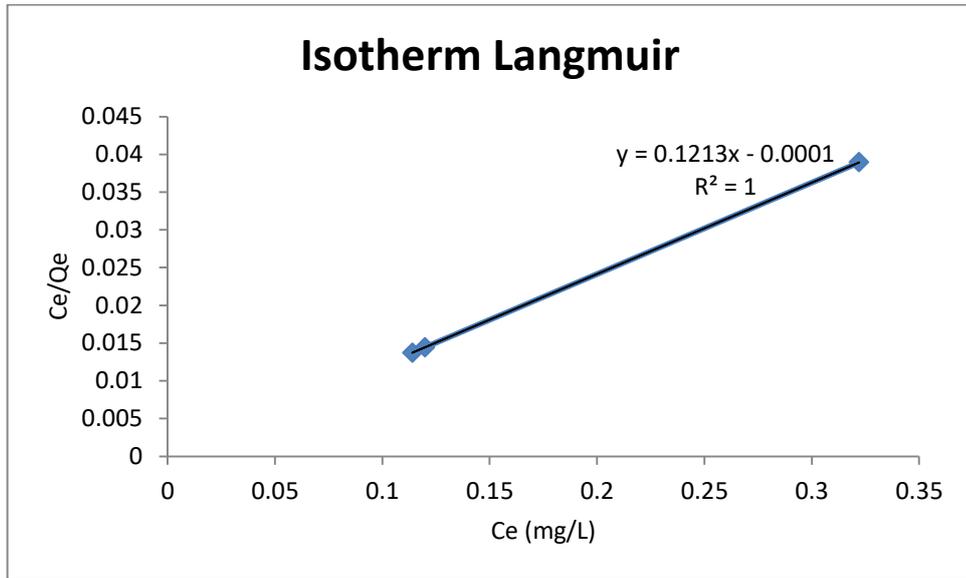
- Isotherm Freundlich

Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Log Ce	Kapasitas Adsorpsi (Qe)	Log Qe
50	41.65	0.322	-0.492144128	8.2656	0.917274384
100	41.65	0.1199	-0.921180817	8.30602	0.919392973
150	41.65	0.114	-0.943095149	8.3072	0.919454666



- Isotherm Langmuir

Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Awal (Ci)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Qe	Ce/Qe	m/x	1/Ce
50	41.65	0.322	8.2656	0.03895664	0.120983	3.10559
100	41.65	0.1199	8.30602	0.014435313	0.120395	8.340284
150	41.65	0.114	8.3072	0.013723035	0.120378	8.77193



LAMPIRAN GAMBAR



Penjemuran kulit nanas



Setelah dijemur dan akan dioven pada suhu 110°C selama 24 jam



Setelah di oven dan dilakukan penumbukan



Setelah halus



Persiapan karbonisasi



Setelah dilakukan karbonisasi



Proses penumbukan



Proses pengayakan 40 mesh



Aktivasi dengan HNO_3 1M



Adsorben yang telah diaktivasi dicuci dan disaring



LAPORAN HASIL PENGUJIAN
CERTIFICATE OF ANALYSIS
LAB-JLI-2202094A

Nama Pelanggan/
Customer : **NOVIA KURNIAWATI**
Personil Penghubung/
Contact Person : Novia Kurniawati
Alamat Lengkap/
Address : Kota Jambi, Provinsi Jambi
Nama Kegiatan/
Project Name : Analisis Kualitas Lingkungan Untuk Kegiatan Penelitian Mahasiswa Penelitian
Mahasiswa Universitas Batanghari
Jumlah Contoh Uji/
Samples : 10

Jambi, 11 Februari 2022. *14*


Bobby Lashana, S.Si
Manajer Teknis

PT. JAMBI LESTARI INTERNASIONAL
Jl. Nusa Indah I No. 59E-F Kel. Rawasari Kec. Alam Barajo Provinsi Jambi
Telepon : 0741-3071716 - WA: 08117447787 - Website : www.jli.co.id

Laporan ini dibuat berdasarkan hasil observasi yang objektif dan independen terhadap sampel pelanggan yang bersifat khusus dan rahasia. Data hasil pengujian, interpretasi, dan pendapat-pendapat yang ada di dalamnya mewakili penilaian terbaik dari PT. Jambi Lestari Internasional. Dalam hal penggunaan laporan ini, PT. Jambi Lestari Internasional tidak membuat jaminan secara tersirat maupun tersurat dan tidak bertanggung jawab terhadap produktivitas, kegiatan operasional, ataupun kerugian lainnya yang bersifat material maupun imaterial. Laporan ini tidak diperbolehkan untuk digandakan, kecuali secara utuh keseluruhannya dan atas persetujuan tertulis dari PT. Jambi Lestari Internasional.

No. Dok.: FSOP.JLI-11.1

No. Revisi/Terbit: 3/2



INFORMASI CONTOH UJI
SAMPLE INFORMATION

Nomor Pekerjaan/Job Number : LAB-JLI-2202094A
 Nama Pelanggan/Customer : NOVIA KURNIAWATI
 Personil Penghubung/Contact Person : Novia Kurniawati
 Tanggal Dilaporkan/Reported Date : 11 Februari 2022

Identifikasi Laboratorium/ Laboratory Identification	Identifikasi Contoh Uji/ Sample Identification	Matriks/ Matrix	Tanggal Pengambilan/ Date of Sampling	Waktu Pengambilan/ Time of Sampling	Tanggal Penerimaan/ Date of Received	Waktu Penerimaan/ Time of Received	Waktu Analisis/ Time of Analysis	Koordinat/Coordinate	
								Lintang/ Latitude	Bujur/ Longitude
LAB-JLI-2202094A 1/10	AL-1 (Pengujian Awal)	Air Limbah	--	--	04/02/2022	08:00	04/02 - 15/02	--	--
LAB-JLI-2202094A 2/10	AL-2 (0.5 gram, Pengadukan 50 ppm)	Air Limbah	--	--	04/02/2022	08:00	04/02 - 15/02	--	--
LAB-JLI-2202094A 3/10	AL-3 (0.5 gram, Pengadukan 100 ppm)	Air Limbah	--	--	04/02/2022	08:00	04/02 - 15/02	--	--
LAB-JLI-2202094A 4/10	AL-4 (0.5 gram, Pengadukan 150 ppm)	Air Limbah	--	--	04/02/2022	08:00	04/02 - 15/02	--	--
LAB-JLI-2202094A 5/10	AL-5 (1 gram, Pengadukan 50 ppm)	Air Limbah	--	--	04/02/2022	08:00	04/02 - 15/02	--	--
LAB-JLI-2202094A 6/10	AL-6 (1 gram, Pengadukan 100 ppm)	Air Limbah	--	--	04/02/2022	08:00	04/02 - 15/02	--	--
LAB-JLI-2202094A 7/10	AL-7 (1 gram, Pengadukan 150 ppm)	Air Limbah	--	--	04/02/2022	08:00	04/02 - 15/02	--	--
LAB-JLI-2202094A 8/10	AL-8 (1.5 gram, Pengadukan 50 ppm)	Air Limbah	--	--	04/02/2022	08:00	04/02 - 15/02	--	--
LAB-JLI-2202094A 9/10	AL-9 (1.5 gram, Pengadukan 100 ppm)	Air Limbah	--	--	04/02/2022	08:00	04/02 - 15/02	--	--
LAB-JLI-2202094A 10/10	AL-10 (1.5 gram, Pengadukan 150 ppm)	Air Limbah	--	--	04/02/2022	08:00	04/02 - 15/02	--	--





LAPORAN HASIL PENGUJIAN
CERTIFICATE OF ANALYSIS
LAB-JLI-2202094A

Identifikasi Laboratorium/ <i>Laboratory Identification</i>	Identifikasi Contoh Uji/ <i>Sample Identification</i>	Matriks/ <i>Matrix</i>	Tanggal Pengambilan/ <i>Date of Sampling</i>
LAB-JLI-2202094A 1/10	AL-1 (Pengujian Awal)	Air Limbah	--
LAB-JLI-2202094A 2/10	AL-2 (0.5 gram, Pengadukan 50 ppm)	Air Limbah	--
LAB-JLI-2202094A 3/10	AL-3 (0.5 gram, Pengadukan 100 ppm)	Air Limbah	--
LAB-JLI-2202094A 4/10	AL-4 (0.5 gram, Pengadukan 150 ppm)	Air Limbah	--
LAB-JLI-2202094A 5/10	AL-5 (1 gram, Pengadukan 50 ppm)	Air Limbah	--
LAB-JLI-2202094A 6/10	AL-6 (1 gram, Pengadukan 100 ppm)	Air Limbah	--
LAB-JLI-2202094A 7/10	AL-7 (1 gram, Pengadukan 150 ppm)	Air Limbah	--
LAB-JLI-2202094A 8/10	AL-8 (1.5 gram, Pengadukan 50 ppm)	Air Limbah	--
LAB-JLI-2202094A 9/10	AL-9 (1.5 gram, Pengadukan 100 ppm)	Air Limbah	--
LAB-JLI-2202094A 10/10	AL-10 (1.5 gram, Pengadukan 150 ppm)	Air Limbah	--

NO.	PARAMETER	HASIL/RESULT					BML/ EQS *	SATUAN/ UNT	METODE/ METHOD
		AL-1	AL-2	AL-3	AL-4	AL-5			
I KIMIA/CHEMICAL									
1	Kebutuhan Oksigen Biokimia/Biochemical Oxygen Demand, (BOD)	216.94	7.61	9.58	14.52	6.62	-	mg/L	SNI 6989.72:2009
2	Kebutuhan Oksigen Kimiawi/Chemical Oxygen Demand, (COD)	683.86	22.92	32.01	47.93	16.10	-	mg/L	IKM.JLI-12 (Spektrofotometer)
3	Ammonia/Ammonia, (NH ₃ -N)	41.65	3.59	4.15	2.38	0.3220	-	mg/L	SNI 06-6989.30:2005

NO.	PARAMETER	HASIL/RESULT					BML/ EQS *	SATUAN/ UNT	METODE/ METHOD
		AL-6	AL-7	AL-8	AL-9	AL-10			
I KIMIA/CHEMICAL									
1	Kebutuhan Oksigen Biokimia/Biochemical Oxygen Demand, (BOD)	9.58	9.55	8.58	11.53	6.56	-	mg/L	SNI 6989.72:2009
2	Kebutuhan Oksigen Kimiawi/Chemical Oxygen Demand, (COD)	29.74	29.74	25.20	34.29	18.38	-	mg/L	IKM.JLI-12 (Spektrofotometer)
3	Ammonia/Ammonia, (NH ₃ -N)	0.1199	0.1140	0.2957	0.5036	0.1199	-	mg/L	SNI 06-6989.30:2005

Keterangan/Note:

(*) BML -

EQS is -

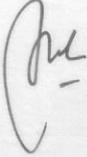
(*) Laboratorium tidak bertanggungjawab terhadap pengambilan contoh uji
The laboratory is not responsible for sampling

Hasil hanya berhubungan dengan contoh yang di uji dan laporan ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya.
The result relate only to the samples tested and this report shall not be reproduced except in full.

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari	Form : TLD-05
---	----------------------

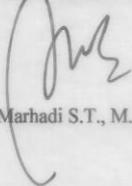
HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Novia Kurniawati
 NPM : 1900825201016
 Judul Tugas Akhir : Analisis Penyisihan Pencemar Air Limbah Industri Karet Dengan Adsorben Kulit Nanas

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	24 3 / 2022	Ass layat ke pembimbing I	

Jambi, 24/3/2022

Dosen Pembimbing II


 (Marhadi S.T., M. Si)

**Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Batanghari**

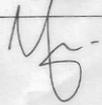
Form : TLD-05

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

N a m a : Novia Kurniawati

NPM : 1900825201016

Judul Tugas Akhir : Analisis Penyisihan Pencemar Air Limbah Industri Karet
Dengan Adsorben Kulit Nanas

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	01/03-22	Acc Edag	

Jambi, _____, 2022

Dosen Pembimbing I

(Monik Kasman, S.T, M.Eng, Sc.)

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Form : TLD-05

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Novia Kurniawati
NPM : 1900825201016
Judul Tugas Akhir : Analisis Penyisihan Pencemar Air Limbah Industri Karet
Dengan Adsorben Kulit Nanas

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	9 5 3 2022	pd bab w fokus pada pembahasan & hasil penelitian teknik dan tujuan penelitian	

Jambi, _____ 2022

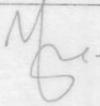
Dosen Pembimbing II

(Marhadi, S.T, M.Si)

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari	Form : TLD-05
---	----------------------

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Novia Kurniawati
 NPM : 1900825201016
 Judul Tugas Akhir : Analisis Penyisihan Pencemar Air Limbah Industri Karet
 Dengan Adsorben Kulit Nanas

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	02/03-2022	Bab IV → tuntas analisis - pabate analisis sistem.	

Jambi, _____ 2022

Dosen Pembimbing I

(Monik Kasman, S.T, M.Eng, Sc.)

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Form : TLD-05

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

N a m a : Novia Kurniawati

NPM : 1900825201016

Judul Tugas Akhir : Analisis Penyisihan Pencemar Air Limbah Industri Karet
Dengan Adsorben Kulit Nanas

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	04-02-22	ada yg. Pembacaan adsorben de pelocti nanas & ↓ ditulis	

Jambi, _____ 2022

Dosen Pembimbing I

(Monik Kasman, ST., M.Eng, Sc)