

**PENGARUH AKTIVATOR ASAM BASA
TERHADAP PENYISIHAN KROM DAN NIKEL
DENGAN ADSORBEN *CRUMB RUBBER*
SLUDGE, TATAL KARET DAN ABU SAWIT**

TUGAS AKHIR



RITA APRIANI P

1700825201044

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

**PENGARUH AKTIVATOR ASAM BASA
TERHADAP PENYISIHAN KROM DAN NIKEL
DENGAN ADSORBEN *CRUMB RUBBER*
SLUDGE, TATAL KARET DAN ABU SAWIT**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
Memperoleh gelar Sarjana Teknik**



RITA APRIANI P

1700825201044

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

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH AKTIVATOR ASAM BASA TERHADAP
PENYISIHAN KROM DAN NIKEL DENGAN
ABSORBEN *CRUMB RUBBER SLUDGE*, TATAL
KARET DAN ABU SAWIT

TUGAS AKHIR

Oleh

Rita Apriani P.
1700825201044

Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul penyusun sebagaimana tersebut diatas telah di setujui sesuai dengan prosedur, ketentuan, kelaziman yang berlaku pada program Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.

Jambi, 14 Maret 2022

Pembimbing I



M. Kasman, S.T., M.Eng., Sc.
NIDN. 0003088001

Pembimbing II



Penny Herawati, S.T., M.T.
NIDN.1012027402

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH AKTIVATOR ASAM BASA TERHADAP
PENYISIHAN KROM DAN NIKEL DENGAN
ADSORBEN *CRUMB RUBBER SLUDGE*, TATAL
KARET DAN ABU SAWIT**

Tugas akhir ini telah dipertahankan pada sidang Tugas Akhir kompresif
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Nama : Rita Aprianti P.
NPM : 1700825201044
Hari/ Tanggal : Senin/14 Maret 2022
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua:

1. Monik Kasman, S.T, M.Eng.Sc
NIDN. 0003088001

Anggota:

2. Peppy Herawati, S.T, M.T
NIDN. 1012027402

3. Marhadi, S.T, M.Si
NIDN. 1008038002

4. Hadrah, S.T, MT
NIDN. 1020093802

5. Sarah Feibrina Heraningsih, S.T, MT

Disahkan Oleh

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Jr. H. Fakhru Rozi Yamali, ME
NIDN. 1015126501

Ketua Program Studi Teknik
Lingkungan

Marhadi, S.T, M.Si
NIDN. 1008038002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

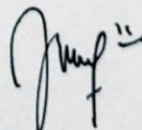


Nama : Rita Apriani P.
NPM : 1700825201044
Judul : Pengaruh Aktivator Asam Basa terhadap Penyisihan Krom dan Nikel dengan Adsorben *Crumb Rubber Sludge*, Tatal Karet dan Abu Sawit.

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 saksi akademik dari Universitas Batanghari sesuai aturan yang berlaku.

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

Jambi, 14 Maret 2022

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Rita Apriani P.', written in a cursive style.

Rita Apriani P.

ABSTRAK

Pencemaran lingkungan dapat disebabkan oleh logam berat seperti yang terdapat pada limbah industri. Ion logam pencemar lingkungan yang berbahaya diantaranya adalah Krom (Cr) dan Nikel (Ni). Metode adsorpsi merupakan salah satu cara yang digunakan karena memiliki efisiensi yang tinggi untuk menyerap ion logam. Industri *Crumb rubber* menghasilkan limbah padat berupa *crumb rubber sludge* dan tatal karet yang belum diolah secara optimal, selain itu ada industri kelapa sawit yang menghasilkan limbah padat berupa abu sawit (POFA) yang belum diolah secara optimal. Salah satu cara pengoptimalan limbah padat industri adalah memanfaatkan kembali limbah yang dihasilkan sebagai adsorben.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis aktivator asam basa terhadap penyisihan Krom dan Nikel dengan adsorben *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit serta untuk mengetahui efisiensi dan mekanismenya.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen yang meliputi proses pembuatan adsorben *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit, penambahan aktivator serta pembuatan limbah artifisial Krom dan Nikel, Variabel bebas dari penelitian ini adalah jenis aktivator yang digunakan yaitu yaitu H_3PO_4 , $ZnCl_2$, KOH dan NaOH dengan konsentrasi yang sama yaitu 0,1M dengan waktu pengadukan selama 60 menit dan kecepatan pengadukan 80 rpm. Pengujian sampel dilakukan dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

Dari hasil penelitian didapat bahwa penyisihan krom dengan adsorben *crumb rubber sludge* dan abu sawit yang diaktivasi dengan NaOH lebih tinggi yaitu mencapai efisiensi 97%, dan tatal 81%. Untuk penyisihan Nikel, adsorben abu sawit yang diaktivasi dengan H_3PO_4 mencapai efisiensi yang lebih tinggi yaitu 95%, abu sawit yang diaktivasi dengan NaOH mencapai efisiensi 91% dan tatal karet yang diaktivasi dengan NaOH mencapai 85%. Proses adsorpsi yang terjadi mengikuti mekanisme isotherm Langmuir.

Kata kunci : *crumb rubber sludge*, tatal karet, abu sawit, adsorpsi, adsorben, aktivator, H_3PO_4 , $ZnCl_2$, KOH, NaOH, krom, nikel, isotherm adsorpsi.

ABSTRACT

Environmental pollution can be caused by heavy metals such as those found in industrial waste. Harmful environmental polluting metals include Chrome (Cr) and Nickel (Ni). Metode adsorption is one way used because it has a high efficiency to absorb metal ions. Crumb rubber industry produces solid waste in the form of crumb rubber sludge and rubber tatal that has not been processed optimally, in addition there is a palm oil industry that produces solid waste in the form of palm ash (POFA) that has not been processed optimally. One way of optimizing industrial solid waste is to reuse waste generated as adsorbentes.

This study aims to find out the effect of the type of acid-base activator on the allowance of Chrome and Nickel with adsorbent *crumb rubber sludge*, rubber tatal and palm ash and to find out its efficiency and mechanism.

The method used is the experiment method which includes the process of making adsorbent *crumb rubber sludge*, rubber and palm ash layout, the addition of activators and artificial waste manufacturing of Chrome and Nickel, The free variable of this study is the type of activator used namely H_3PO_4 , $ZnCl_2$, KOH and NaOH with the same concentration of 0.1M with a stirring time of 60 minutes and a stirring speed of 80 rpm. Sample testing is performed with Atomic Absorption Spectrophotometry (SSA).

The results of the study mentioned that the allowance of chrome with adsorbent *crumb rubber sludge* and palm ash activated with NaOH is higher, reaching 97% efficiency, and 81% efficiency. For nickel allowance, palm ash adsorbents activated with H_3PO_4 achieve higher efficiency of 95%, palm ash activated with NaOH achieves efficiency of 91% and rubber trays activated with NaOH reach 85%. The adsorption process that occurs follows the Langmuir isotherm mechanism.

Keywords: crumb rubber sludge, rubber tray, palm ash, adsorption, adsorbent, activator, H_3PO_4 , $ZnCl_2$, KOH, NaOH, chrome, nickel, isotherm adsorption.

PRAKATA

Puji syukur, penulis panjatkan pada kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh Aktivator Asam Basa Terhadap Penyisihan Krom Dan Nikel Dengan *Adsorben Crumb Rubber Sludge*, Tatal Karet Dan Abu Sawit”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu prasyarat dalam rangka menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S-1) pada Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Batanghari Jambi.

Selama proses penyusunan Tugas akhir ini, penulis mendapat banyak bimbingan, doa dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala rasa hormat penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

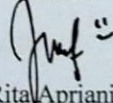
1. Bapak Dr. Ir. H. Fakhrol Rozi Yamali, ME selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
2. Bapak Marhadi,ST selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Batanghari Jambi.
3. Ibu Monik Kasman,ST,M.Eng,Sc selaku Dosen Pembimbing I.
4. Ibu Peppy Herawati,ST.MT selaku Dosen Pembimbing II.
5. PT. Muara Jambi Sawit Lestari yang telah memberikan izin untuk dijadikan objek penelitian.
6. PT. Batanghari Tembesi yang telah memberikan izin untuk dijadikan objek penelitian.

7. Bunda dan keluarga atas doa, semangat dan harapan yang selalu menemani hari-hari saya selama penulisan Tugas Akhir.
8. Dwi Puspita Rani dan Nur Kholisoh selaku support system terbaik karna selalu ada dan bersama-sama dalam proses penulisan Tugas Akhir.
9. Nur Saidah, Messy Prisillya, Putri Baifern, Ade Suryani, Dhia Alifa, Annisa Putri Utami selaku support system terbaik karna selalu memberikan semangat dan menghibur didalam proses penulisan Tugas Akhir.
10. Min Yoongi, Kim Seokjin, Kim Namjoon, Jung Hoseok, Park Jimin, Kim Taehyung, Jeon Jungkook selaku member BTS yang menjadi support system dan Healing terbaik karna selalu menghibur lewat lagu dan kontennya selama penyusunan Tugas Akhir.
11. Semua sahabat seperjuangan Teknik Lingkungan angkatan 2017, khususnya kelas A2 yang selalu selaras dalam kekompakan dan kerjasamanya.

Semoga Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan yang tulus dan ikhlas dari mereka. Laporan Tugas Akhir ini telah disusun dengan sebaik-baiknya, namun penulis menyadari bahwa tentu masih belum memenuhi kriteria, Oleh karena itu, segala kritik dan saran akan penulis terima guna memperbaiki Tugas akhir dan dapat memberikan manfaat sebagaimana mestinya kepada pembaca.

Jambi, 14 Maret 2022

Penulis



Rita Apriani P.

NPM : 1700825201044

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rita Apriani P.

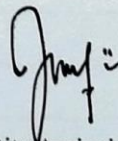
NIM : 1700825201044

Judul : Pengaruh Aktivator Asam Basa Terhadap Penyisihan Krom dan Nikel dengan Adsorben *Crumb Rubber Sludge*, Tatal Karet dan Abu Sawit

Memberikan izin kepada pembimbing dan Universitas Batanghari untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1(satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding Author*).

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

Jambi,14, Maret 2022



Rita Apriani P.

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pengesahan.....	iv
Halaman Pernyataan Keaslian.....	v
Abstrak.....	vi
Prakata	viii
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	x
Daftar Isi	xi
Daftar Gambar	xiii
Daftar Tabel	xv
Daftar Lampiran	xvi
Daftar Istilah	xvii
BAB I PENDAHULUAN_.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA_.....	7
2.1 Limbah <i>Crum Rubber</i>	7
2.2 Limbah Tatal Karet.....	8
2.3 Limbah Abu Sawit (<i>Palm Oil Fuel Ash</i>)	9
2.4 Proses Adsorpsi	10
2.4.1 Jenis-Jenis Adsorpsi	11

2.4.2 Faktor yang Mempengaruhi Daya Serap Adsorpsi.....	12
2.4.3 Isotherm Adsorpsi	15
2.5 Definisi Adsorben.....	16
2.6 Definisi Aktivator	17
2.6.1 Aktivator Asam	18
2.6.2 Aktivator Basa	21
2.7 Logam Berat	22
2.7.1 Krom (Cr)	23
2.7.2 Nikel (Ni).....	24
2.8 Peneliti Terdahulu	25
BAB III GAMBARAN UMUM	27
3.1 Jenis Penelitian.....	27
3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian	27
3.3 Sumber Data.....	28
3.4 Variabel Penelitian	28
3.5 Diagram Alir Penelitian	31
3.6 Alat Dan Bahan Penelitian	32
3.6.1 Alat	32
3.6.2 Bahan.....	32
3.7 Tahapan Penelitian	33
3.7.1 Tahap Pembuatan Adsorben Dan Penambahan Aktivator	33
3.7.2 Tahap Pembuatan Limbah Artifisial Krom dan Nikel	34
3.7.3 Eksprimen.....	34
3.8 Teknik Analisis Data	35
BAB IV Hasil Dan Pembahasan	37
4.1 Karakteristik Adsorben	37
4.2 Karakteristik Limbah Artifisial Krom dan Nikel	39

4.3 Hasil Eksprimen	40
4.3.1 Rekapitulasi Hasil Adsorpsi Krom	40
4.4 Pengaruh Jenis Aktivator terhadap Adsorpsi Krom.....	42
4.4.1 Pengaruh Jenis Aktivator terhadap <i>Crumb rubber sludge</i>	42
4.4.2 Pengaruh Jenis Aktivator terhadap Tatal Karet.....	44
4.4.3 Pengaruh Jenis Aktivator terhadap Abu Sawit	45
4.4.4 Kapasitas dan Efisiensi Adsorpsi Krom	49
4.5 Rekapitulasi Hasil Adsorpsi Nikel	51
4.6 Pengaruh Jenis Aktivator terhadap Adsorpsi Nikel	52
4.6.1 Pengaruh Jenis Aktivator terhadap <i>Crumb rubber sludge</i>	52
4.6.2 Pengaruh Jenis Aktivator terhadap Tatal Karet.....	54
4.6.3 Pengaruh Jenis Aktivator terhadap Abu Sawit	56
4.6.4 Kapasitas dan Efisiensi Adsorpsi Nikel	58
4.7 Mekanisme Adsorpsi Isotherm Langmuir dan Freundlinch.....	60
4.7.1 Mekanisme Adsorpsi Krom Langmuir dan Freundlinch.....	60
4.7.2 Mekanisme Adsorpsi Nikel Langmuir dan Freundlich	64
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN.....	72

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Proses Adsorpsi.....	11
Gambar 2.2 Perbedaan Pembentukan Setelah Dan Sebelum Aktivasi.....	20
Gambar 2.3 Krom	24
Gambar 2.4 Nikel	25
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	31
Gambar 4.1 Crumb Rubber Sludge	37
Gambar 4.2 Tatal Karet	37
Gambar 4.3 Abu Sawit	38
Gambar 4.4 Aktivator yang digunakan.....	38
Gambar 4.5 Limbah artifisial Krom sebelum diadsorpsi.....	39
Gambar 4.6 Limbah artifisial Krom setelah diadsorpsi.....	39
Gambar 4.7 Limbah artifisial Nikel sebelum diadsorpsi.....	39
Gambar 4.8 Limbah artifisial Nikel setelah diadsorpsi.....	39
Gambar 4.9 Pengaruh Jenis Aktivator Adsorben <i>Crumb rubber sludge</i>	43
Gambar 4.10 Pengaruh Jenis Aktivator pada Adsorben Tatal Karet	44
Gambar 4.11 Pengaruh Jenis Aktivator pada Adsorben Abu Sawit	46
Gambar 4.12 Kapasitas Adsorpsi Krom.....	49
Gambar 4.13 Efisiensi Adsorpsi Krom.....	49
Gambar 4.14 Pengaruh Jenis Aktivator Adsorben <i>Crumb rubber sludge</i>	53
Gambar 4.15 Pengaruh Jenis Aktivator pada Adsorben Tatal Karet	55
Gambar 4.16 Pengaruh Jenis Aktivator pada Adsorben Abu Sawit	56
Gambar 4.17 Kapasitas Adsorpsi Nikel.....	58
Gambar 4.18 Efisiensi Adsorpsi Nikel.....	58

Gambar 4.19 Grafik Isoterm Langmuir Krom.....	61
Gambar 4.20 Grafik Isoterm Freundlich Krom.....	62
Gambar 4.21 Grafik Isoterm Langmuir Nikel.....	65
Gambar 4.22 Grafik Isoterm Freundlich Nikel.....	65

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi Kimia dari Abu Sawit (POFA)	10
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu	26
Tabel 3.1 Variabel Penelitian	29
Tabel 3.2 Variasi Penelitian	30
Tabel 3.3 Acuan Pengujian Penyisihan Krom dan Nikel.....	35
Tabel 4.1 Hasil uji Awal Krom dan Nikel	40
Tabel 4.2 Rekapitulasi Hasil Adsorpsi Krom	41
Tabel 4.3 Rekapitulasi Hasil Adsorpsi Nikel.....	51
Tabel 4.4 Perhitungan Isoterm Langmuir pada adsorben terhadap Krom	61
Tabel 4.5 Konstanta Isoterm Langmuir dan Freundlich Krom	62
Tabel 4.6 Perhitungan Isoterm Langmuir pada adsorben terhadap Nikel.....	64
Tabel 4.7 Konstanta Isoterm Langmuir dan Freundlich Nikel	66

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Hasil Uji Krom dan Nikel
- Lampiran 2 : Lampiran Perhitungan
- Lampiran 3 : SK Tugas Akhir
- Lampiran 4 : Lembar asistensi Proposal Tugas Akhir
- Lampiran 5 : Berita acara sidang Tugas Akhir
- Lampiran 6 : Time Schedule
- Lampiran 7 : Dokumentasi Penelitian

DAFTAR ISTILAH

POPA	: <i>Palm Oil Fuel Ash</i>
Cr	: Krom
Ni	: Nikel
H ₃ PO ₄	: Asam Fosfat
ZnCl ₂	: Seng Klorida
KOH	: Kalium Hidroksida
NaOH	: Natrium Hidroksida
SSA	: Spektrofotometri Serapan Atom

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran lingkungan dapat disebabkan oleh logam-logam berat seperti yang terdapat pada limbah industri. Logam berat adalah senyawa kimia yang berupa logam dengan berat molekul yang tinggi dan memiliki sifat beracun. Logam berbeda dengan polutan berbahaya lainnya karena logam bersifat tidak terdegradasi, dapat terakumulasi pada jaringan hidup, dan terkonsentrasi pada rantai makanan. Ion logam pencemar lingkungan yang berbahaya diantaranya adalah Krom (Cr) dan Nikel (Ni). (Citra Dewi Perdana,2020).

Pada umumnya pengolahan logam berat dalam limbah bersifat mahal sehingga selain mempertimbangkan efisiensi penyisihan yang tinggi, diperlukan metode yang ekonomis dan mudah dioperasikan. Metode adsorpsi merupakan salah satu tahap pengolahan tersier dalam sistem pengolahan air limbah karena memiliki efisiensi yang tinggi untuk menyerap ion logam (Acharya et al., 2009; Cronje et al., 2011).

Metode adsorpsi ini direkomendasikan untuk pengolahan limbah cair yang mengandung logam berat karena cocok untuk air limbah dengan logam konsentrasi rendah dan industri yang memiliki kendala keterbatasan biaya. (Yuan dan Liu, 2013).

Industri *crumb rubber* dalam menghasilkan produknya menyisakan limbah padat berupa *crumb rubber sludge* dan tatal karet yang banyak mengandung bahan

organic tinggi, yaitu senyawa karbon, nitrogen, fosfor, yang apabila langsung dibuang tanpa dilakukan pengolahan maka akan menimbulkan pencemaran pada lingkungan. Limbah padat dari pabrik *crumb rubber* saat ini belum diolah secara optimal bahkan sebagian besar industri, 71,7% nya belum memanfaatkan limbah tatal karet. Hal ini memberikan efek negatif ke lingkungan yaitu bau busuk yang disebabkan proses pembusukan pada kandungan nitrogen. Salah satu cara untuk mengoptimalkan hal ini adalah dengan memanfaatkan kembali limbah *crumb rubber sludge* dan tatal karet untuk dijadikan adsorben. Kemampuan limbah *crumb rubber* sebagai adsorben untuk penyisihan logam telah dilakukan dalam beberapa penelitian sebelumnya, diantaranya yang dilakukan oleh Salmariza, (2017) yang mengatakan bahwa limbah *crumb rubber* mampu menyerap logam krom.

Selain industri *crumb rubber*, ada industri kelapa sawit yang dalam menghasilkan produknya juga menyisakan limbah padat yang berupa abu sawit atau *Palm Oil Fuel Ash* (POFA) dari proses pembakaran boiler. Limbah POFA ini hanya dibiarkan menumpuk dan belum dilakukan pengolahan secara optimal. Salah satu cara untuk mengoptimalkan hal ini adalah dengan memanfaatkan kembali POFA untuk dijadikan adsorben karna POFA adalah salah satu abu limbah industri yang komposisi kimianya mengandung kadar silika yang tinggi yaitu 64,36% dan berpotensi untuk dimanfaatkan kembali sebagai adsorben. (Yudhi Salman,dkk. 2015)

Pemanfaatan abu sawit sebagai adsorben sawit juga terbukti efektif karna dapat mengadsorpsi zat terlarut dan tidak terlarut, tersedia dalam jumlah yang

banyak dan murah sehingga sangat efektif digunakan sebagai adsorben.(Setiaka, dkk.,2011).

Adsorben merupakan bahan yang berfungsi sebagai pengadsorpsi. Adsorpsi dalam penelitian ini memanfaatkan limbah *crumb rubber Sudge*, tatal dan abu sawit sebagai adsorben dengan penambahan proses aktivasi. Aktivasi merupakan proses penggunaan bahan kimia sebagai aktivator untuk memutuskan rantai karbon dari senyawa organik. (Pradinata dkk., 2012).

Penelitian terdahulu oleh Salmariza. ,dkk. (2013) menyebutkan bahwa aktivasi dengan penambahan aktivator H_3PO_4 dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi (penyerapan) hingga 10%. Anggraini (2015) menyebutkan bahwa senyawa H_3PO_4 , KOH, NaOH dan $ZnCl_2$ efektif dalam meningkatkan kapasitas adsorpsi dan beberapa adsorben. Aktivator H_3PO_4 memiliki fungsi daya serap yang tinggi, $ZnCl_2$ mudah larut dalam air, KOH memiliki sisi aktif dan berfungsi sebagai penghambat serta NaOH yang memiliki nilai konsentrasi tinggi untuk dijadikan aktivator.

Pada penelitian ini, digunakan aktivasi kimia dengan memvariasikan jenis aktivatornya yaitu dengan senyawa H_3PO_4 , KOH, NaOH dan $ZnCl_2$. untuk mengetahui efektivitas dari pengaruh aktivator asam basa terhadap penyisihan krom dan nikel.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Apakah aktivasi secara kimia dengan jenis aktivator asam basa efektif dalam penyisihan krom dan nikel?
2. Bagaimana mekanisme adsorpsi dari adsorben *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit yang diaktivasi menggunakan aktivator H_3PO_4 , $ZnCl_2$, KOH , dan $NaOH$?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui apakah aktivasi secara kimia dengan aktivator asam basa efektif dalam penyisihan krom dan nikel.
2. Untuk mengetahui mekanisme adsorpsi dari adsorben *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit yang diaktivasi dengan menggunakan aktivator H_3PO_4 , $ZnCl_2$, KOH , dan $NaOH$.

1.4 Batasan Masalah

Batasan dari penelitian yang akan dilakukan ini yaitu meliputi :

1. Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Universitas Batanghari. Kegiatan dalam penelitian ini meliputi proses pembuatan *Crumb Rubber Sludge*, tatal karet dan abu sawit sebagai adsorben, penambahan zat kimia asam basa sebagai aktivator untuk penyisihan krom dan Nikel.
2. Sampel penelitian akan diambil dari 2 tempat yaitu :
 - a. *Crumb rubber sludge* dan tatal karet diambil dari salah satu industri *Crumb rubber* yang ada di Kota Jambi yaitu PT. Batanghari Tembesi Jambi.

- b. Abu sawit diambil dari salah satu industri kelapa sawit yang ada di Kota Jambi yaitu PT. Muara Jambi Sawit Lestari.
3. Hasil penelitian akan meliputi kajian tentang pengaruh aktifator asam basa terhadap penyisihan krom dan Nikel dengan adsorben *Crumb Rubber Sludge*, tatal dan abu sawit beserta efektifitasnya.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dan mengetahui pembahasan secara menyeluruh, maka dituliskan sistematika penulisan dalam Tugas Akhir sebagai berikut :

Bab I: Pendahuluan

Bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan batasan masalah, serta sistematika penulisan skripsi yang menjadi dasar dari penelitian skripsi.

Bab II: Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi tentang hasil penelitian terdahulu dan landasan teori yang berkaitan dengan topik judul penelitian sebagai acuan dalam membuat skripsi.

Bab III: Metodologi Penelitian

Bab ini berisi tentang metode penelitian yang meliputi, jenis penelitian. tempat dan waktu, data penelitian, diagram alir, analisis data, untuk menganalisis data penelitian secara rinci.

Bab IV: Hasil dan Pembahasan

Bab ini menguraikan tentang hasil penelitian secara detail dimana pembahasan berupa proses penambahan aktivator asam basa dengan adsorben *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit untuk penyisihan krom dan nikel serta

mengetahui efektifitas dan mekanisme adsorpsi untuk memecahkan masalah dan menarik kesimpulan

Bab V: Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian yang didapat, maka penulis dapat membuat kesimpulan dan saran.

Daftar Pustaka

Daftar pustaka berisi penulisan referensi yang digunakan dalam penelitian.

Lampiran

Lampiran berisi lampiran yang relevan dengan kajian permasalahan Tugas Akhir. Berupa tabel pendukung, data hasil uji, dokumentasi dan lain-lain.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah *Crumb Rubber Sludge*

Karet remah (*crumb rubber*) adalah produk karet alam yang merupakan produk setengah jadi dan pengolahannya melalui tahap peremahan. Kebersihan karet yang dihasilkan dari proses pengolahan *crumb rubber* tergantung dari kualitas bahan baku yang dipakai. Setiap pengolahan 100 kg lateks akan menghasilkan lebih kurang 85% karet bersih, 10% air dan 3-5% tatal. (Mutiarra dan Hakimi, 2012).

Industri *crumb rubber* dalam menghasilkan produk yang diinginkannya, akan menghasilkan limbah padat *crumb rubber* yang berasal dari hasil sisa proses produksi berupa tatal-tatal kayu, kulit kayu, daun-daun yang tercampur saat penyadapan, tanah dan pasir. Limbah padat hasil sisa proses produksi yang sudah mengalami pengomposan secara alami ini sering dimanfaatkan masyarakat untuk dijadikan sebagai media tanaman dan digunakan perusahaan sebagai bahan baku untuk pembibitan karet. (Iskandar,2017).

Limbah yang menjadi masalah di industri *Crumb rubber* biasanya berupa cairan, yang bersumber dari proses pencucian, pencabikan, penggilingan, peremahan, pengeringan, dan pengepresan bokar. Limbah yang dihasilkan banyak mengandung bahan organik yang tinggi, sisa senyawa bahan olahan karet, senyawa karbon, nitrogen, fosfor, dan senyawa-senyawa lain seperti ammonia yang cukup tinggi (Chasri Nurhayati, dkk, 2013).

Selain itu, limbah yang dihasilkan adalah *crumb rubber* yang berasal dari sistem lumpur aktif. Komposisi limbah lumpur aktif terdiri dari mikroba dan bahan organik yang masih mengandung nutrisi tinggi. Lumpur aktif adalah ekosistem yang kompleks yang terdiri dari beberapa jenis mikroorganisme seperti bakteri, protozoa, jamur. lumpur aktif adalah campuran yang membentuk gumpalan flok terdiri dari mikroba heterogen seperti bakteri, yeast, jamur, protozoa, dan juga *organik matter* serta *slime material*. Umumnya lumpur aktif mempunyai komposisi 70%-90% bahan organik dan 10% bahan anorganik. (Chasri Nurhayati dan Nesi Susilawati, 2017).

2.2 Limbah Tatal Karet

Industri karet remah *crumb rubber* menghasilkan limbah karet padat yang disebut tatal. Tatal diperoleh dari hasil proses pengolahan karet remah (*crumb rubber*). Limbah tatal karet merupakan limbah padat organik hasil pembuangan dari industri pengolahan karet menjadi *crumb rubber* yang mengandung sebagian besar pasir, serpihan kayu karet, daun-daun karet, dan karet. Limbah padat ini ditumpuk dipabrik dan belum sepenuhnya diproses secara efektif. Ketersediaan limbah padat *crumb rubber* di Indonesia cukup banyak. Limbah tersebut selama ini belum ditangani secara efektif. Limbah hanya ditumpuk di lokasi pabrik. Setiap pengolahan 100 kg lateks akan menghasilkan lebih kurang 85% karet bersih, 10% air dan 3-5% tatal (Mutiara dan Hakimi, 2012).

Limbah tatal di peroleh dari awal pemecahan karet, pencucian karet, pencucian karet yang II, dan proses-proses lainnya untuk pembuatan karet tersebut.

Limbah total tersebut akan diendapkan atau dikeringkan diproses grit chamber. (Nazalal Fitri, 2012).

Pemanfaatan limbah *crumb rubber* (tatal) oleh industri adalah sebagai media tanaman (18,3%) untuk tanaman yang ada di halaman pabrik seperti yang dilakukan oleh pabrik karet di Padang (Mutiara dan Hakimi, 2012). Pemanfaatan lain sebagai media tanam oleh pengusaha tanaman hias yang hanya membutuhkan jumlah sedikit dari tatal yang dihasilkan setiap kali produksi *crumb rubber*. Selain itu tatal juga dimanfaatkan sebagai timbunan jalan 10% dan sebagian besar industri 71,7% belum memanfaatkan tatal. Limbah tersebut mengandung unsur N, P, dan K yang cukup tinggi.

Tatal karet mengandung unsur hara makro yaitu Nitrogen 1,28%, fosfor 0,18%, kalium 0,29%, yang dibutuhkan dalam proses pertumbuhan tanaman (Supratiningsi, 2014).

2.3 Limbah Abu Sawit (*Palm Oil Fuel Ash*)

Abu sawit yang disebut juga dengan *Palm Oil Fuel Ash* (POFA) dihasilkan dari pembakaran limbah padat kelapa sawit pada suhu sekitar 800 - 1.000°C pada pembangkit listrik tenaga uap di pabrik kelapa sawit (Tangchirapat, 2009).

Limbah ini adalah sisa produksi minyak sawit kasar berupa tandan kosong, serat dan cangkang sawit. Limbah tersebut digunakan sebagai bahan bakar ketel (*boiler*) untuk menghasilkan energi mekanik dan panas. Uap dari *boiler* dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik dan untuk merebus TBS sebelum diolah di dalam pabrik. Cangkang dan serat buah sawit yang sudah terbakar akan

menghasilkan sisa-sisa pembakaran yang nantinya akan menjadi limbah berupa *Palm Oil Fuel Ash* (POFA). POFA adalah salah satu abu limbah industri yang komposisi kimianya mengandung kadar silika yang tinggi (Endriani, 2012).

Tabel 2.1 Komposisi kimia dari abu sawit (POFA)

Kandungan POFA	Total
SiO ₂	64,36
Al ₂ O ₃	4,36
Fe ₂ O ₃	3,41
CaO	7,92
MgO	4,58
K ₂ O	5,57
TiO ₂	0,87
MnO	0,10
P ₂ O ₅	3,64
SO ₃	0,04
Cu	46
Zn	60
H ₂ O	0,59
HD	4,97

Sumber: Badan Geologi Pusat Sumber Daya Geologi, 2012 & 2014

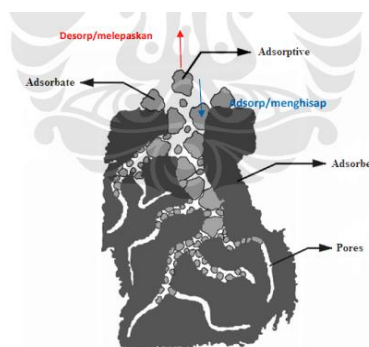
Dalam aplikasi ilmu teknik, POFA seringkali dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pengeras semen dalam desain beton mutu tinggi, pengganti sebagian semen, bahan pengisi dalam lapisan perkerasan jalan raya, bahan stabilisator campuran tanah lempung dan tanah dasar pada lapisan jalan raya (Endriyani, 2012).

2.4 Proses Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses penggumpalan substansi terlarut yang ada dalam larutan, oleh permukaan zat atau benda penyerap, dimana terjadi suatu ikatan kimia fisika antara substansi dengan penyerapnya. Definisi lain menyatakan adsorpsi sebagai suatu peristiwa penyerapan pada lapisan permukaan, dimana

molekul dari suatu materi terkumpul pada bahan pengadsorpsi atau adsorben. Materi atau partikel yang diadsorpsi disebut adsorbat, sedangkan bahan yang berfungsi sebagai pengadsorpsi disebut adsorben. Pada proses adsorpsi terdapat dua komponen yaitu adsorbat dan adsorben. Dimana proses adsorpsi merupakan reaksi kimia antara molekul-molekul adsorbat dengan permukaan adsorben. (Bobby, 2008).

Untuk mengetahui karakteristik yang terjadi dalam proses adsorpsi dapat diilustrasikan dengan melihat gambar 2.1.



Gambar 2.1 Proses Adsorpsi (Sumber: Data sekunder,2021)

2.4.1 Jenis-jenis Proses Adsorpsi

Berdasarkan interaksi molekul antara permukaan adsorben dengan adsorbat, adsorpsi dibagi menjadi 2 jenis, yaitu:

1. Adsorpsi Fisik (*Physisorption*)

Adsorpsi fisik merupakan adsorpsi yang terjadi karena adanya gaya *Van Der Waals*, yaitu gaya tarik menarik yang relatif lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben. Adsorpsi ini terjadi apabila suatu adsorbat dialirkan pada permukaan adsorben yang bersih. Pada adsorpsi fisik, adsorbat tidak terikat kuat pada permukaan adsorben sehingga adsorbat dapat bergerak dari satu bagian

permukaan ke bagian permukaan lainnya, dan pada permukaan yang ditinggalkan oleh adsorbat yang satu dapat digantikan oleh adsorbat lainnya (multilayer).

2. Adsorpsi Kimia (*Chemisorption*)

Adsorpsi kimia merupakan adsorpsi yang terjadi karena terbentuknya ikatan kovalen dan ion antara molekul-molekul adsorbat dengan adsorben. Ikatan yang terbentuk merupakan ikatan yang kuat sehingga lapisan yang terbentuk adalah lapisan monolayer. Adsorpsi kimia memiliki ciri-ciri berikut ini :

1. Proses adsorpsi terjadi pada ambient dengan temperatur tinggi dibawah temperatur kritis dari adsorbat.
2. Proses adsorpsi memerlukan aktivasi yang besar.
3. Proses adsorpsi reversibel pada temperatur tinggi. (Perwitasari, 2008)

2.4.2 Faktor yang Mempengaruhi Daya Serap Adsorpsi

Daya serap adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu pH, temperatur, konsentrasi logam, dan luas permukaan adsorben. Adapun faktor-faktor lain yang mempengaruhi daya adsorpsi yaitu :

1. Jenis dan Ukuran Molekul Adsorbat

Ukuran molekul adsorbat yang sesuai merupakan hal yang penting agar proses adsorpsi dapat terjadi, karena molekul-molekul yang dapat diadsorpsi adalah molekul-molekul yang diameternya lebih kecil atau sama dengan diameter pori adsorben.

2. Suhu

Pada saat molekul-molekul adsorbat menempel pada permukaan adsorben terjadi pembebasan sejumlah energi sehingga adsorpsi digolongkan bersifat

eksoterm. Bila suhu rendah, maka kemampuan adsorpsi menjadi meningkat sehingga adsorbat bertambah.

3. Karakteristik Adsorben

Ukuran pori dan luas permukaan adsorben merupakan karakteristik penting adsorben. Ukuran pori berhubungan dengan luas permukaan semakin kecil ukuran pori adsorben maka luas permukaan semakin tinggi. Sehingga jumlah molekul yang teradsorpsi akan bertambah.

4. Luas permukaan

Jumlah gas yang teradsorpsi tergantung dari jenis adsorben yang digunakan, semakin besar luas permukaan karbon aktif yang digunakan, maka semakin banyak jumlah gas yang dapat teradsorpsi persatuan berat adsorben yang sama.

5. Berat molekul

Permukaan padatan yang kontak dengan suatu larutan cenderung untuk menghimpun larutan dari molekul-molekul zat terlarut pada permukaannya akibat ketidakseimbangan pada permukaan. Adsorpsi kimia menghasilkan pembentukan lapisan *monomolecular* adsorbat pada permukaan melalui gaya-gaya dari valensi sisa dari molekul-molekul pada permukaan. Secara umum, unsur-unsur dengan berat molekul yang lebih besar akan lebih mudah diadsorpsi sehingga semakin mudah proses adsorpsi yang sedang berlangsung.

6. Waktu Kontak dan Pengadukan

Pengadukan juga mempengaruhi waktu singgung. Pengadukan dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada partikel arang aktif untuk bersinggungan dengan senyawa serapan. Untuk larutan yang mempunyai viskositas tinggi, dibutuhkan

waktu singgung yang lebih lama. Jika fase cair yang berisi adsorben dalam keadaan diam, maka difusi adsorbat melalui permukaan adsorben akan lambat, oleh karena itu diperlukan pengadukan untuk mempercepat proses adsorpsi.

7. Konsentrasi

Pada konsentrasi larutan rendah, jumlah bahan diserap sedikit sedangkan pada konsentrasi tinggi, jumlah bahan yang diserap semakin banyak. Hal ini disebabkan karena kemungkinan frekuensi tumbukan antara partikel semakin besar. Kapasitas adsorpsi secara umum dapat dihitung berdasarkan persamaan (2.1) berikut :

Untuk mengetahui kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi maka digunakan perhitungan dengan rumus yaitu :

1. Menghitung kapasitas adsorpsi (banyaknya jumlah logam yang teradsorpsi) :

$$q = \frac{(C_o - C_e) \cdot V}{m} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.1)}$$

Dimana :

q = Kapasitas Adsorpsi (mg/g)

V = Volume larutan (L)

C_i = Konsentrasi awal logam dalam larutan (mg/L)

C_e = Konsentrasi akhir logam dalam larutan (mg/L)

m = Massa adsorben yang digunakan (g)

2. Menghitung efisiensi adsorpsi

$$EP (\%) = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.2)}$$

Dimana :

EP = Efisiensi Adsorpsi (%)

C_0 = Konsentrasi Influen Adsorbat (mg/l)

C_e = Konsentrasi Efluen Adsorbat (mg/l)

2.4.3 Isotherm Adsorpsi

Isotherm adsorpsi berfungsi sebagai konsentrasi zat terlarut yang terserap pada zat padat terhadap konsentrasi larutan. Persamaan yang didapatkan untuk menjelaskan data percobaan *isotherm* yaitu Freundlich dan Langmuir. Tipe isotherm adsorpsi dapat digunakan untuk mempelajari mekanisme adsorpsi fase cair maupun padat yang pada umumnya menganut tipe *Isotherm* Freundlich dan Langmuir. Adsorben yang baik memiliki kapasitas adsorpsi dan presentase penyerapan yang tinggi (Aprliani,2010).

1. *Isotherm* Adsorpsi Langmuir

Pada tahun 1918, Langmuir yang menurunkan teori *isotherm* adsorpsi dengan menggunakan model sederhana berupa padatan yang mengadsorpsi gas pada permukaannya. Pendekatan meliputi lima asumsi mutlak, yaitu :

1. Gas yang teradsorpsi berkelakuan ideal dalam fasa uap;
2. Gas yang teradsorpsi dibatasi sampai lapisan *monolayer*;
3. Permukaan adsorbat homogen, artinya afinitas setiap kedudukan ikatan untuk molekul gas sama;
4. Tidak ada antaraksi lateral antar molekul adsorbat;
5. Molekul gas yang teradsorpsi terlokalisasi, artinya mereka tidak bergerak pada permukaan..

Persamaan isotherm langmuir adalah sebagai berikut (Salmariza Sy. dkk., 2016) :

$$x/m = \frac{1}{am.K} + \frac{1}{am} C \text{ ----- (Persamaan 2.3)}$$

Dimana :

C = Konsentrasi kesetimbangan zat teradsorpsi

x/m = Jumlah zat yang teradsorpsi per gram massa adsorben (mg/g)

a_m = Konstanta kapasitas adsorpsi maksimum (mg/g)

K = Tetapan kesetimbangan (afinitas serapan)

2. Isotherm Freundlich

Adsorpsi zat terlarut (dari suatu larutan) pada padatan adsorben merupakan hal yang penting. Persamaan Isotherm Freundlich merupakan persamaan yang teradsorpsi dengan konsentrasi adsorbat dalam larutan (yang tidak teradsorpsi).

Persamaan untuk isotherm freundlich (Salmariza Sy. dkk., 2016) :

$$x/m = K \cdot C_e^{1/n} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.4})$$

$$\log (x/m) = \log K + 1/n \log C \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.5})$$

Dimana :

x/m = Jumlah zat teradsorpsi tiap unit massa adsorben (mg/g)

C_e = Konsentrasi kesetimbangan zat teradsorpsi

K = Konstanta freundlich yang berkaitan dengan kapasitas

1/n = Konstanta freundlich yang berkaitan dengan afinitas adsorpsi

Dengan mengukur x/m sebagai fungsi C maka nilai n dan k akan ditentukan dari slop dan intersepnya.

2.5 Definisi Adsorben

Adsorben merupakan bahan yang berfungsi sebagai pengadsorpsi. Luasnya suatu permukaan spesifik sangat mempengaruhi besarnya kapasitas penyerapan

dari adsorben. Semakin luas permukaan spesifik dari adsorben, maka semakin besar pula kemampuan penyerapannya. Volume adsorben membatasi jumlah dan ukuran pori-pori pembentuk permukaan dalam menentukan besar atau kecilnya permukaan penyerapan spesifik. Pada proses pembuatan adsorben, kegiatan yang dilakukan adalah aktivasi, aktivasi dapat dilakukan secara kimia maupun fisika. Pada aktivasi kimia bahan dasarnya direndam dengan bahan kimia seperti asam fosfor, seng klorida, asam sulfat, kalium tiosianat, hidroksida dan karbonat dari logam alkali serta klorida dari potassium, kalsium dan magnesium yang dapat meluruhkan senyawa organik yang ada dalam bahan baku dan menghilangkan oksida-oksida logam yang menutupi pori (Pradinata dkk., 2012).

2.6 Definisi Aktivator

Aktivator merupakan senyawa kimia yang digunakan sebagai pengaktif pada adsorben sehingga memiliki luas permukaan yang tinggi dan daya serap yang lebih baik. Aktivasi secara kimia dapat dilakukan dengan aktivator seperti KOH, NaOH, ZnCl₂, KCL, H₃PO₄ dan HCL. Hal ini menyebabkan pengotor terbawa oleh zat pengaktif. Penambahan aktivator dilakukan untuk menambah dan mengembangkan pori yang telah terbentuk pada proses karbonisasi serta membuat beberapa pori baru. Aktivator meningkatkan keaktifan adsorben melalui mekanisme sebagai berikut :

1. Aktivator menembus celah atau pori-pori diantara pelat-pelat kristalit karbon (pada karbon aktif) yang berbentuk heksagonal dan menyebar di dalam celah pori-pori tersebut, sehingga terjadi pengikisan pada permukaan kristalit karbon.

2. Aktivator mencegah senyawa organik bereaksi dengan oksigen yang akan bereaksi dengan kristalit oksigen.
3. Menurut teori interkalasi, struktur dari suatu komposisi senyawa akan mengalami modifikasi jika disisipkan ion atau atom lain kedalam struktur tersebut. Pada aktivasi maka ion atau atom yang disisipkan adalah aktivator.

Aktivasi dapat berupa aktivasi fisik dimana digunakan gas-gas inert seperti uap air (steam), CO₂ dan N₂. Sedangkan pada aktivasi kimia, digunakan aktivator yang berperan penting untuk meningkatkan luas permukaan adsorben dengan cara mengusir senyawa non karbon dari pori-pori. (Pradinata dkk., 2012).

Pemilihan jenis aktivator akan berpengaruh terhadap kualitas karbon aktif. Masing - masing jenis aktivator akan memberikan efek atau pengaruh yang berbeda-beda terhadap luas permukaan maupun volume poripori karbon aktif yang dihasilkan. (Sembiring, 2003).

2.6.1 Aktivator Asam

Aktivator asam merupakan senyawa kimia dan mempunyai sifat asam yang digunakan sebagai pengaktif pada adsorben sehingga memiliki luas permukaan yang tinggi dan daya serap yang lebih baik. Beberapa aktivator asam yang digunakan adalah :

1. Seng Klorida (ZnCl₂)

Seng klorida adalah nama dari senyawa kimia dengan rumus ZnCl₂ dan hidratnya. Seng klorida (ZnCl₂) tergolong kedalam senyawa asam dan sering kali dijadikan aktivator untuk proses aktivasi. Seng klorida ini berbentuk kristal, tak berwarna atau putih, dan sangat larut dalam air. Senyawa ZnCl₂ bersifat

higroskopis, sehingga dalam keadaan lembab dapat meleleh bahkan menghilang. Oleh karena itu sampel harus dilindungi dari sumber kelembaban, termasuk adanya uap dalam udara biasa.

Seng klorida dapat diaplikasikan secara luas dalam pengolahan tekstil, fluks metalurgi, dan sintesa kimia. Seng klorida hidrat sangatlah mudah larut dalam air, dalam pelarut organik seperti alkohol, aseton dan sifat ini menunjukkan adanya karakter kovalen dalam ikatannya. (Anggraeni, 2015).

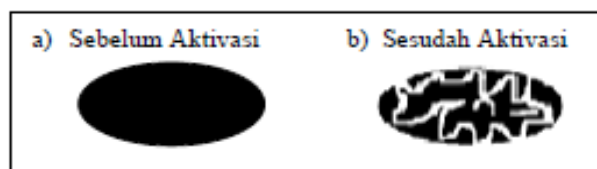
2. Asam Fosfat (H_3PO_4)

Asam fosfat dikenal sebagai *orthophosphoric acid*. Asam fosfat merupakan asam anorganik yang memiliki rumus kimia H_3PO_4 . Peneliti sebelumnya telah melakukan penelitian tentang pemakaian berbagai aktivator dalam pembuatan arang aktif dan diperoleh bahwa asam fosfat (H_3PO_4) merupakan aktivator yang baik karena lebih efektif untuk menghasilkan arang aktif dengan daya serap adsorpsi yang tinggi. (Nur, 2012).

Selain itu, H_3PO_4 memiliki stabilitas termal yang baik dan memiliki karakter kovalen yang tinggi. Stabilitas termal berperan dalam mempertahankan kestabilan zat pengaktif dalam proses aktivasi yang dilakukan pada suhu tinggi sedangkan karakter kovalen berkaitan dengan interaksi kovalen antara arang dengan zat pengaktif yang berlangsung pada suhu tinggi. Unsur-unsur yang menyusun H_3PO_4 berikatan secara kovalen polar. Dengan demikian, senyawa H_3PO_4 lebih didominasi oleh karakter kovalen. Jadi, H_3PO_4 memiliki kemampuan berinteraksi lebih baik. (Yulia, 2019).

Beberapa penelitian terdahulu menggunakan H_3PO_4 sebagai aktivator dalam pembuatan karbon aktif. Yustinah dan Hartini (2011) menggunakan H_3PO_4 sebagai aktivator dalam pembuatan arang aktif serabut kelapa. Darmawan *et al.* (2009), menggunakan H_3PO_4 sebagai aktivator dalam pembuatan arang aktif tempurung kemiri, (Kurniawan, *et al.*, 2014) menggunakan H_3PO_4 sebagai aktivator dalam pembuatan arang aktif tempurung kelapa dan arang aktif tandan kosong kelapa sawit.

Proses aktivasi menggunakan H_3PO_4 bertujuan untuk memperbesar pori sehingga luas permukaannya bertambah besar seiring dengan meningkatnya konsentrasi H_3PO_4 yang digunakan. H_3PO_4 yang merupakan *activating agent* akan mengoksidasi karbon dan merusak permukaan bagian dalam karbon sehingga akan terbentuk pori dan meningkatkan daya adsorpsi. *Activating agent* ini berperan sebagai *dehydrating agent* yang akan mengurangi pembentukan asam asetat, metanol, dan lain-lain. Arang atau karbon semakin banyak mempunyai mikro pori-pori setelah dilakukan aktivasi, hal ini karena aktivator telah mengikat senyawa-senyawa tar sisa karbonisasi keluar dari mikropori arang, sehingga permukaannya semakin *porous* (Tutik & Faizah, 2001).



Gambar.2.2 Perbedaan pembentukan setelah dan sebelum aktivasi (sumber : Data Sekunder, 2021).

2.6.2 Aktivator Basa

Aktivator basa merupakan senyawa kimia dan mempunyai sifat basa yang digunakan sebagai pengaktif pada adsorben sehingga memiliki luas permukaan yang tinggi dan daya serap yang lebih baik. Beberapa aktivator Basa yang digunakan adalah :

1. KOH (Kalium Hidroksida)

KOH atau *Kalium Hidroksida* dan juga dikenal dengan nama *caustic potash* merupakan senyawa anorganik basa kuat dan banyak dijadikan sebagai aktivator dikarenakan dapat bereaksi dengan karbon sehingga bisa menghilangkan zat pengotor dalam karbon sehingga membuat karbon menjadi lebih berpori. Pemilihan KOH sebagai aktivator basa berdasarkan fungsinya yaitu sebagai agen dehidrasi karena tingginya afinitasi untuk air sehingga KOH memiliki sisi aktif berfungsi sebagai pengering, penghambat pembentukan tar, dan juga mengarahkan reaksi pembentukan arang pada temperatur di bawah 2000C.

2. NaOH

NaOH atau *Natrium Hidroksida* merupakan senyawa kimia dengan alkali tinggi. NaOH merupakan larutan basa yang cukup baik untuk digunakan sebagai aktivator dalam pembuatan arang aktif. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Emmy Sahara dan kawan-kawan konsentrasi NaOH yang paling baik untuk dijadikan aktivator dalam proses aktivasi kimia adalah sebesar 2,5%. Arang aktif yang diaktivasi dengan NaOH dalam konsentrasi 2,5% mampu menghasilkan arang aktif yang memenuhi standar baku mutu SNI 06- 3730- 1995 tentang arang aktif teknis.

Natrium hidroksida (NaOH), juga dikenal sebagai soda kaustik, soda api, atau sodium hidroksida, adalah sejenis basa logam kaustik. Ia digunakan di berbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, air minum, sabun dan deterjen.

Larutan NaOH sangat basa dan biasanya digunakan untuk reaksi dengan asam lemah, dimana asam lemah seperti natrium karbonat tidak efektif. NaOH tidak bisa terbakar meskipun reaksinya dengan metal amfoter seperti aluminium, timah, seng menghasilkan gas nitrogen yang bisa menimbulkan ledakan. NaOH juga digunakan untuk mengendapkan logam berat dan dalam mengontrol keasaman air. (Riana, Glory. 2012)

2.7 Logam Berat

Logam berat merupakan salah satu bahan pencemar perairan. Keberadaan logam-logam ini sangat berbahaya, meskipun dalam jumlah yang kecil. Logam berat merupakan zat yang beracun serta umumnya bersifat karsinogenik. Oleh karena itu pengolahan dan penghilangan logam berat dari perairan sangatlah diperlukan. (Kurniasari dkk, 2012).

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi toksisitas setiap jenis logam berat, antara lain: bentuk senyawa, daya kelarutan logam berat di dalam cairan, ukuran partikel dan beberapa sifat kimia dan fisika lainnya. Dari segi lingkungan yang terkena dampak dari logam berat adalah keasaman tanah, bahan organik, suhu, tekstur, mineral liat, dan kadar unsur lain. Beberapa logam berat yang dapat mencemari lingkungan dan bersifat toksik adalah krom (Cr), perak (Ag), kadmium (Cd), timbal (Pb), seng (Zn), merkuri (Hg), tembaga (Cu), besi (Fe),

molibdat (Mo), nikel (Ni), timah (Sn), kobalt (Co) dan unsur-unsur yang termasuk ke dalam logam ringan seperti arsen (As), aluminium (Al) dan selenium (Se).

Logam berat berdasarkan sifat racunnya dapat dikelompokkan menjadi 4 golongan yaitu :

1. Sangat beracun, dapat mengakibatkan kematian ataupun gangguan kesehatan yang pulih dalam waktu yang singkat. logam-logam tersebut adalah Hg, Pb, Cd, Cr dan As.
2. Moderat. yaitu mengakibatkan gangguan kesehatan baik yang pulih maupun tidak dalam waktu yang relatif lama. logam-logam tersebut adalah Ba, Be, Cu, Au, Li, Mn, Se, Te, Co dan Rb.
3. Kurang beracun. logam ini dalam jumlah besar menimbulkan gangguan kesehatan. logam-logam tersebut adalah Al, Bi, Co, Fe, Ca, Mg, Ni, K, Ag, Ti dan Zn.
4. Tidak beracun. yaitu tidak menimbulkan gangguan kesehatan. Logam-logam tersebut adalah Na, Al, Sr dan Ca. (Hasrianti, 2012).

2.7.1 Krom (Cr)

Krom adalah unsur yang muncul secara alami di kerak bumi, krom dilepaskan ke lingkungan dari sumber alami dan antropogenik, pelepasan terbesar ke lingkungan berasal dari industri. Daya racun yang dimiliki logam krom ditentukan dari bilangan oksidasinya. Dari sifat kimianya, logam krom mempunyai bilangan oksidasi 2+, 3+ dan 6+ yang akan membentuk senyawa dengan sifat yang berbeda-beda sesuai dengan tingkat ionitasnya. Krom hadir dalam batuan, tanah, hewan dan tumbuhan. dan sangat banyak terdapat dalam

sedimen air. Cr (VI) dan Cr (III) adalah bentuk paling stabil dan paparannya ke manusia lebih tinggi. Senyawa Cr (VI), seperti kalsium kromat, kromat seng, strontium kromat dan kromat memimpin, sangat beracun dan karsinogenik di alam. Cr (III), di sisi lain, adalah suplemen gizi yang penting bagi hewan dan manusia dan memiliki peran penting dalam metabolisme glukosa. (Rosihan, 2017).

Pencemaran kromium berasal dari buangan industri-industri pelapisan krom, pabrik tekstil, pabrik cat, penyamakan kulit, pabrik tinta dan pengilangan minyak. Senyawa Krom sangat banyak terdapat dalam sedimen air. Logam Krom memiliki dampak positif dan negatif bagi tubuh. Dampak negatif Krom adalah toksisitasnya bagi tubuh manusia. Logam ini dalam kadar yang berlebih dapat mengganggu saluran pernafasan, kulit, pembuluh darah dan ginjal. Pada sistem saluran pernafasan, chromium meningkatkan risiko terjadinya kanker paru dan ulkus kronis. (Rosihan, 2017).



Gambar 2.3 Krom (Sumber : Data Sekunder,2022)

2.7.2 Nikel

Nikel adalah unsur kimia metalik dalam tabel periodik yang memiliki simbol Ni dan merupakan logam dengan nomor atom 28. Wujud logam ini yaitu berwarna putih perak yang keras. Ni mempunyai sifat tahan karat, tahan terhadap

panas dan korosi, tidak rusak oleh air laut dan alkali, dapat ditempa dan sangat kokoh. Nikel (Ni) diproduksi dari biji nikel, hasil peleburan/daur ulang besi. Salah satu sumber terbesar nikel di atmosfer berasal dari pembakaran bahan bakar minyak (BBM), pertambangan, penyulingan minyak serta incinerator. Sumber Ni di air berasal dari lumpur limbah, limbah cair. Nikel dapat mencemari lingkungan, perairan, hal ini berasal dari aktifitas manusia seperti pencucian dinding kapal, buangan industri, dan lain sebagainya. Nikel dapat terdapat sebagai unsur bebas juga sebagai senyawa dimana nikel valensi 2 dan 3. Nikel dapat menyebabkan kanker walaupun dalam jumlah kecil dan dapat mengakibatkan toksisitas pada manusia dan menghambat sekresi hormon insulin. (Rosihan, 2017).



Gambar 2.4 Nikel (Sumber : Data Sekunder,2022)

2.8 Penelitian Terdahulu

Sebelumnya, telah dilakukan beberapa penelitian terdahulu yang mengkaji tentang adsorpsi dengan penambahan aktivator asam basa seperti Tabel 2.2 berikut ini;

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

Peneliti dan judul penelitian	Variabel/ indikator	Hasil Penelitian
Salmariza,dkk (2013) , Pemanfaatan lumpur limbah cair industri crumb rubber sebagai adsorben ion Cr yang diaktivasi dengan KOH	pH dan waktu kontak	Kondisi serapan maksimum adsorben lumpur yang diaktivasi terhadap Cr (VI) terjadi pada pH 1 dan adsorben lumpur segar terjadi pada pH 2 dengan waktu kontak 120menit.
Salmariza,dkk (2013), Pemanfaatan limbah lumpur industry crumb rubber sebagai adsorben ION Cr (VI) yang diaktivasi dengan H ₃ PO ₄	pH dan waktu kontak	Dari perlakuan penelitian melalui sistem batch terbukti bahwa H ₃ PO ₄ 10% mempengaruhi kapasitas penyerapan terhadap larutan Cr (VI).
Asmadi,dkk (2009), pengurangan chrom (Cr) dalam limbah cair industry kulit menggunakan senyawa Ca(OH) ₂ , NaOH dan NaHCO ₃	Jenis dan Konsentrasi aktivator	Penggunaan senyawa Ca(OH) ₂ , NaOH dan NaHCO ₃ dapat menurunkan konsentrasi kromium (Cr) dengan efisiensi yang tinggi yaitu sampai dibawah 2,0 mg/l.
Ika Silvia Anggraini, dkk (2015), Pembuatan karbon aktif dari limbah tempurung siwalan (<i>borassus flabellifer</i>) dengan menggunakan aktivator ZnCl ₂ dan Na ₂ CO ₃	Jenis dan Konsentrasi aktivator	Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan, semakin bagus pula karbon aktif yang dihasilkan.
Marlina,dkk (2015), Pengaruh aktivator ZnCL2, KOH dan H ₃ PO ₄ dalam pembuatan karbon aktif dari pelepah aren.	Suhu dan jenis aktivator	Penambahan agen aktivator sangat mempengaruhi sifat dari karbon aktif, jenis aktivator dan suhu pirolisis yang beragam juga memberi efek terhadap rendeman yang dihasilkan.
Madalena Da Costa (2019), Studi penurunan kadar logam kromium (Cr) dalam limbah buatan electroplating menggunakan metode presipitasi dan adsorpsi	Jenis aktivator dan kecepatan pengadukan	Proses adsorpsi yang dilakukan terhadap limbah dengan menggunakan konsentrasi berbeda dapat menghasilkan efisiensi yang berbeda pula.

Sumber; Data Sekunder,2021

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan menggunakan *Crumb Rubber Sludge*, tatal karet dan abu sawit sebagai adsorben yang digunakan untuk proses adsorpsi dan dilakukan aktivasi dengan penambahan aktivator asam basa untuk mengetahui pengaruh jenis aktivator terhadap penyisihan krom dan nikel beserta efektifitasnya.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Universitas Batanghari. Waktu penelitian dilaksanakan selama 6 bulan selama yaitu bulan Juli sampai Desember 2021. Penelitian ini terdiri dari :

1. Pembuatan adsorben dari *Crumb Rubber Sludge*, tatal karet dan abu sawit,
2. Eksperimen penyisihan dari limbah cair artifisial krom dan nikel

Parameter yang diuji adalah konsentrasi krom dan nikel dari limbah cair artifisial dan diuji di laboratorium Universitas Batanghari Kota Jambi untuk mengetahui konsentrasi krom dan nikel sebelum dan setelah diadsorpsi menggunakan adsorben *Crumb Rubber Sludge*, tatal karet dan abu sawit.

3.3 Sumber Data

Sumber data penelitian ini diperoleh data primer dan data sekunder sebagai berikut :

1. Data Primer

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari hasil uji laboratorium yaitu konsentrasi penyisihan krom dan nikel dengan adsorben *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit beserta tingkat efektifitasnya. Pengujian sampel dilakukan dengan metode spektrofotometri.

2. Data sekunder

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah data berupa informasi dari studi literatur dan jurnal terkait adsorpsi, adsorben dan aktivator asam basa.

3.4 Variabel penelitian

Variabel dalam penelitian ini dibedakan menjadi 2 yaitu :

1. Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini terdiri dari :

1. Variasi aktivator

Variasi aktivator yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, H_3PO_4 , $ZnCl_2$, KOH dan NaOH.

2. Konsentrasi aktivator

Konsentrasi aktivator yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,1 m.

3. Waktu retensi

Waktu retensi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 60 menit.

4. Kecepatan pengadukan

Kecepatan pengadukan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 80 rpm.

Adapun variabel bebas dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 :

Tabel 3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas	Variasi penelitian				
	1	2	3	4	5
Varian aktivator	H ₃ PO ₄	ZnCl ₂	KOH	NaOH	Tanpa aktivator
Konsentrasi Aktivator	0,1 m	0,1 m	0,1 m	0,1 m	0,1 m
Waktu retensi	60 menit	60 menit	60 menit	60 menit	60 menit
Kecepatan pengadukan	80 rpm	80 rpm	80 rpm	80 rpm	80 rpm

Sumber :data primer, 2021

2. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu :

1. Konsentrasi logam krom dan nikel yang teradsorpsi oleh adsorben *crumb rubber sludge*, tatal dan abu sawit.
2. Efisiensi penyisihan logam krom dan nikel.
3. Kapasitas dan mekanisme Adsorpsi.

Variasi penelitian eksperimen adsorben dan penambahan aktivator dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut ini :

Tabel 3.2 Variasi Penelitian

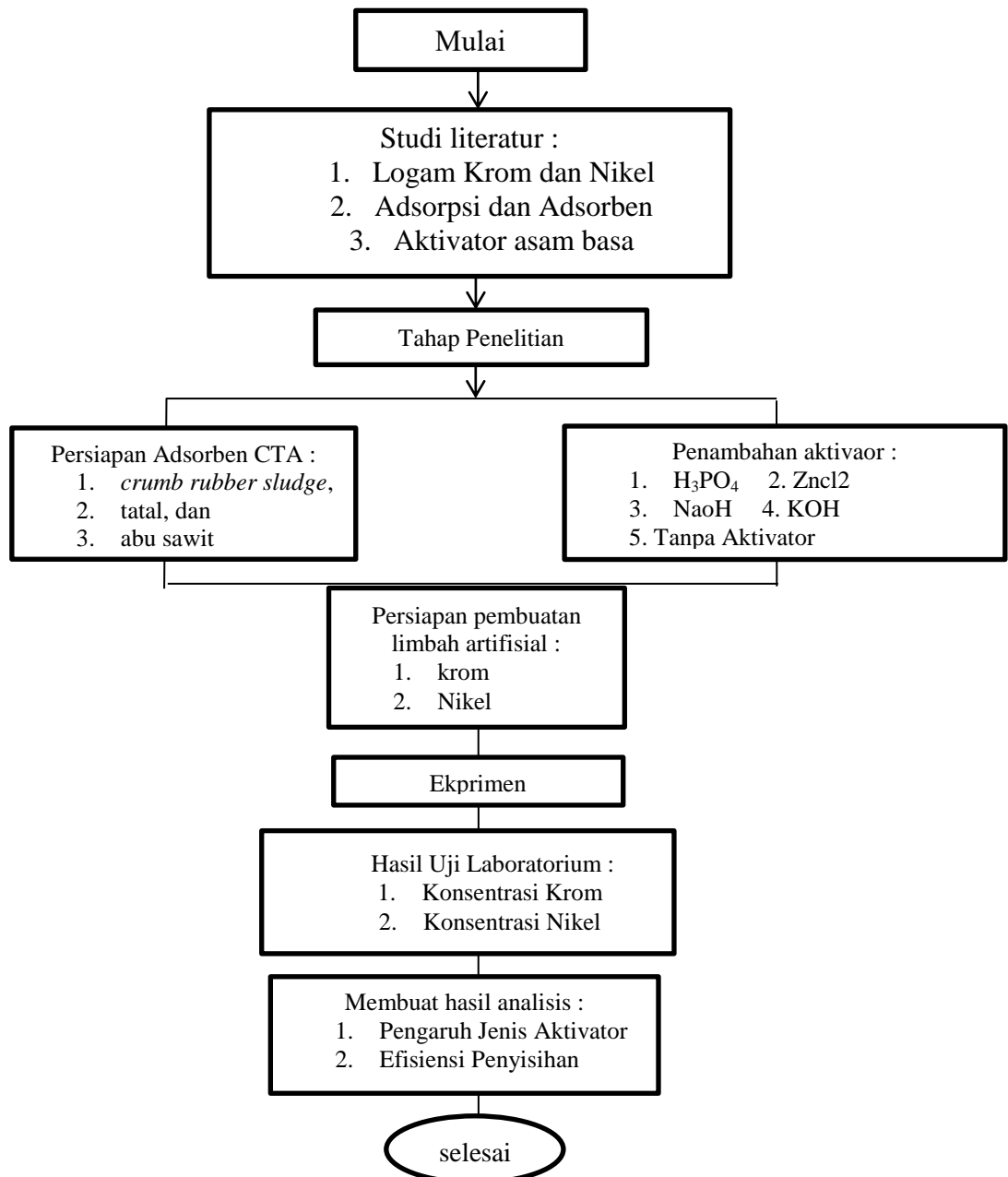
Variasi Adsorben	Varian aktivator	Kode sampel	Massa adsorben (gr)	Konsentrasi Cr (Mg/l)	Konsentrasi Ni (Mg/l)
Variasi I Crumb Rubber Sludge	H ₃ PO ₄	A.1	0,5	2	2
	ZnCl ₂	A.2	0,5	2	2
	KOH	A.3	0,5	2	2
	NaOH	A.4	0,5	2	2
	Tanpa Aktivator	A.5	0,5	2	2
Variasi II Tatal Karet	H ₃ PO ₄	B.1	0,5	2	2
	ZnCl ₂	B.2	0,5	2	2
	KOH	B.3	0,5	2	2
	NaOH	B.4	0,5	2	2
	Tanpa Aktivator	B.5	0,5	2	2
Variasi III Abu Sawit	H ₃ PO ₄	C.1	0,5	2	2
	ZnCl ₂	C.2	0,5	2	2
	KOH	C.3	0,5	2	2
	NaOH	C.4	0,5	2	2
	Tanpa Aktivator	C.5	0,5	2	2

Sumber; Data Primer, 2021

Pada tabel 3.2 dapat diketahui bahwa terdapat 3 variasi penelitian yang dilakukan yaitu Variasi I menggunakan adsorben *crumb rubber sludge* dengan massa adsorben 0,5 gr dan penambahan aktivator asam basa yaitu H₃PO₄, ZnCl₂, KOH, NaOH dengan konsentrasi 0,1 M, dan *crumb rubber sludge* murni (tanpa aktivator). Variasi II menggunakan adsorben tatal karet dengan massa adsorben 0,5 gr dan penambahan aktivator asam basa yaitu H₃PO₄, ZnCl₂, KOH, NaOH dengan konsentrasi 0,1 M, dan tatal karet murni (tanpa aktivator). Variasi III menggunakan adsorben abu sawit dengan massa adsorben 0,5 gr dan penambahan aktivator asam basa yaitu H₃PO₄, ZnCl₂, KOH, NaOH dengan konsentrasi 0,1 M, dan abu sawit murni (tanpa aktivator).

3.5 Diagram alir penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian ini diuraikan pada gambar 3.1 sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian (Data Primer,2021)

Tahapan dalam pelaksanaan penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan studi literatur terkait krom dan nikel, adsorpsi dan adsorben serta aktivator asam basa. Setelah itu, dilakukan tahap persiapan yaitu melakukan persiapan adsorben menggunakan *crumb rubber sludge*, tatal dan abu sawit dan dilakukan penambahan aktivator dengan 5 variasi yaitu H_3PO_4 , NaOH, $ZnCl_2$, KOH dan tanpa aktivator. Selanjutnya, dilakukan pembuatan limbah artifisial yang terbuat dari krom dan nikel. Selanjutnya dilakukan tahap eksperimen yaitu memasukkan adsorben *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit yang telah diaktivasi ke limbah artifisial krom dan nikel. Lalu dilakukan tahap hasil uji laboratorium untuk mengetahui konsentrasi krom dan nikel serta membuat hasil analisis. Dimana dalam penelitian ini, data yang dianalisis adalah pengaruh jenis aktivator terhadap penyisihan krom dan nikel beserta efektifitasnya.

3.6 Alat Dan Bahan Penelitian

3.6.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, gelas ukur ukuran 100 ml, 500 ml, dan 1000 ml, *beaker glass* ukuran 250 ml, 500 ml dan 1000 ml, corong, test sleeve ukuran 40 mm dan 5 mm, batang pengaduk, labu ukur ukuran 250 ml dan 1000 ml, cawan porselin, spatula, neraca analitik, kaca arloji, pipet tetes, jartest, cawan porselen, oven, stopwatch, botol sampel ukuran 100 ml, bola hisap.

3.6.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, *Crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit untuk dijadikan adsorben, senyawa $K_2Cr_2O_7$, dan $NiSO_4$ untuk pembuatan limbah artifisial Krom dan Nikel, senyawa H_3PO_4 , $ZnCl_2$, KOH,

dan NaOH untuk penambahan aktivator, aquades, kertas saring *whattman* 4.2, larutan HNO₃ untuk larutan uji krom dan nikel.

3.7 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

3.7.1 Tahap Pembuatan Adsorben dan Penambahan Aktivator

1. *Crumb Rubber Sludge* yang diambil dari industri *crumb rubber* dijemur dibawah sinar matahari selama 8 jam kemudian dicuci dan dikeringkan dengan oven pada suhu 100°C selama 1 jam. Setelah itu, dihaluskan dan diayak menggunakan test siever no. 40 mess dan siap digunakan sebagai adsorben.
2. Tatal karet yang diambil dari industri *crumb rubber* dijemur selama 8 jam dibawah sinar matahari kemudian dicuci dan dikeringkan dengan oven pada suhu 100°C selama 1 jam. Setelah itu, tatal karet dihaluskan dan diayak menggunakan test siever no. 05 mess dan siap digunakan sebagai adsorben.
3. Abu sawit yang diambil adalah abu sawit *bottom ash* dari industri kelapa sawit di dijemur dibawah sinar matahari kemudian dicuci dan dikeringkan dengan oven pada suhu 100°C selama 1 jam. Setelah itu, abu sawit siap digunakan.
4. Timbang 20 gr masing-masing *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit yang telah disiapkan.

5. Timbang masing-masing zat yaitu H_3PO_4 , ZnCl_2 , KOH , dan NaOH sebanyak 0,1 M, dan masukkan ke beaker glass ukuran 250 ml lalu aduk larutan hingga homogen menggunakan batang pengaduk.
6. Masing-masing larutan dimasukkan ke labu ukur ukuran 500 ml dan diberi label.
7. Masukkan masing-masing 20 gr adsorben yang telah disiapkan ke beaker glass ukuran 250 ml lalu masing-masing adsorben direndam dengan metode *impleknasi* dalam 50 ml larutan aktivator H_3PO_4 , ZnCl_2 , KOH , dan NaOH dengan konsentrasi 0,1 m.
8. Masing-masing adsorben yang telah diaktivasi, diberi label dan ditutup dengan kertas alumunium dan direndam selama 24 jam.
9. Saring rendaman adsorben yang telah diaktivasi menggunakan kertas saring whattman 4.2 lalu letakkan dicawan porselin dan diberi label lalu oven selama 1 jam dengan suhu 100°C .
10. Setelah dioven, dinginkan dan bilas dengan air aquades lalu dikeringkan lagi dengan suhu 100°C dan dilakukan penyaringan lagi dan timbang sampai berat konstan.

3.7.2 Tahap Pembuatan Limbah Artifisial Krom dan Nikel

1. Timbang masing-masing senyawa $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, dan NiSO_4 sebanyak 0,002 gr, lalu masukkan ke dalam beaker glass ukuran 250 ml,
2. Tambahkan 1000 ml aquades dan aduk hingga homogen, lalu masukkan ke labu ukur 1000 ml lalu berikan label.

3.7.3 Tahap Eksprimen

1. Masukkan 0,5 gr *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit pada limbah artifisial krom dan nikel ke dalam gelas piala berukuran 1000ml,
2. Aduk pada kecepatan 80 rpm dengan waktu kontak selama 60 menit,
3. Setelah itu diamkan dan saring dengan kertas saring whatman 4.2,
4. Air hasil saringan tersebut (filtrat) dimasukkan ke dalam botol sampel dan dianalisis konsentrasi krom dan nikel.

3.8 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode SSA (Spektrofotometri Serapan Atom) yang merupakan metode analisis unsur secara kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas. Data yang dianalisis dari penelitian ini adalah konsentrasi krom dan nikel, kapasitas dan efisiensi adsorpsi beserta mekanisme adsorpsi.

Metode pengujian terhadap penyisihan krom dan nikel akan dijelaskan pada tabel 3.3 berikut ini :

Tabel. 3.3 Acuan Pengujian Penyisihan Krom Dan Nikel

Parameter	Satuan	Metode Acuan
Krom	mg/L	SNI 6989.17:2009
Nikel	mg/L	SNI 6989.18:2009

Sumber : SNI (2009)

Untuk mengetahui kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi maka digunakan perhitungan dengan rumus yaitu :

1. Menghitung kapasitas adsorpsi (banyaknya jumlah logam yang teradsorpsi) :

$$q = \frac{(C_0 - C_e) \cdot V}{m} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 3.1})$$

Dimana :

q = Kapasitas Adsorpsi (mg/g)

V = Volume larutan (L)

C₀ = Konsentrasi awal logam dalam larutan (mg/L)

C_e = Konsentrasi akhir logam dalam larutan (mg/L)

m = Berat/ massa adsorben yang digunakan (gr)

2. Menghitung Efisiensi Adsorpsi :

$$EP (\%) = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \dots\dots\dots (\text{Persamaan 3.2})$$

Dimana :

EP = Efisiensi Adsorpsi (%)

C₀ = Konsentrasi Influen Adsorbat (mg/l)

C_e = Konsentrasi Efluen Adsorbat (mg/l)

Data akan disajikan dalam bentuk tabel atau persentase grafik sebagai dasar untuk mengambil keputusan. Data-data tersebut akan diolah lebih lanjut hingga diketahui tingkat pengaruh aktivator basa terhadap penyisihan Krom dan Nikel dengan adsorben *crumb rubber sludge*, tatal dan abu sawit beserta efektifitasnya.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Adsorben *crumb rubber sludge*, Tatal Karet dan Abu Sawit

Pada penelitian ini, adsorben yang digunakan sebagai bahan penyerap terbuat dari limbah padat industri yang belum diolah secara optimal yaitu limbah *crumb rubber sludge* dan tatal karet yang berasal dari industri *Crumb rubber* dan abu sawit (POFA) yang diambil dari industri kelapa sawit yang menumpuk di pabrik dan belum diolah secara optimal.



Gambar 4.1 *Crumb rubber sludge* (Data Primer,2021)



Gambar 4.2 Tatal Karet (Data Primer,2021)



Gambar 4.3 Abu sawit (Data Primer,2021)

Crumb rubber sludge, tatal karet dan abu sawit yang digunakan sebagai adsorben dikeringkan terlebih dahulu dengan sinar matahari selama 2 hari. Setelah itu, masing-masing adsorben dicuci, disaring dan dikeringkan dengan menggunakan oven dengan suhu 100°C . Untuk adsorben tatal karet, setelah dikeringkan dengan oven lalu diayak dan disaring menggunakan *test sieve* nomor 5 mess agar menjadi lebih halus.

Pembuatan adsorben *Crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit ini diaktivasi dengan menggunakan zat kimia yaitu, H_3PO_4 , ZnCl_2 , KOH , dan NaOH dengan konsentrasi masing-masing 0,1 M.



Gambar 4.4 Aktivator yang digunakan (Data Primer,2021)

4.2 Karakteristik Limbah Artifisial Krom dan Nikel

Dalam penelitian ini, limbah yang digunakan adalah limbah artifisial yang terbuat dari senyawa $K_2Cr_2O_7$ untuk pembuatan Krom dan senyawa $NiSO_4$ untuk pembuatan Nikel sebanyak 0,002 mg dalam 1000 ml Aquadest.



Gambar 4.5 Krom sebelum diadsorpsi (Data Primer,2021)



Gambar 4.6 Krom setelah diadsorpsi (Data Primer, 2021)



Gambar 4.7 Nikel sebelum diadsorpsi (Data Primer,2021)



Gambar 4.8 Nikel setelah diadsorpsi (Data Primer, 2021)

Pada gambar 4.5 dapat dilihat bahwa limbah artifisial yang mengandung Krom memiliki warna sedikit kuning saat sebelum dilakukannya adsorpsi dan setelah diadsorpsi menjadi berwarna bening seperti yang terlihat pada gambar 4.6. Begitupun dengan limbah artifisial yang mengandung Nikel yang terlihat pada gambar 4.7 memiliki warna sedikit biru saat sebelum dilakukannya adsorpsi dan setelah diadsorpsi menjadi berwarna bening seperti yang terlihat pada gambar 4.8.

setelah dilakukan pengujian terhadap Krom dan Nikel maka didapat konsentrasi awal sebagai berikut :

4.1 Tabel Hasil Uji Awal Krom Dan Nikel

No.	Parameter	Konsentrasi Awal (Mg/l)	Metode
1.	Krom (Cr)	9,230	SNI 6989.17.2009
2.	Nikel (Ni)	0,055	SNI 6989.18.2009

Sumber : Data Primer, 2021

Dari Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa pengujian parameter yang digunakan telah sesuai dengan SNI 6989.17.2009 untuk parameter Krom dan SNI 6989.18.2009 untuk parameter Nikel. Dimana, hasil uji Krom yang didapatkan sebesar 0,055 mg/l dan Nikel sebesar 9,230 mg/l.

4.3 Hasil Eksprimen

4.3.1 Rekapitulasi Hasil Adsorpsi Krom

Adsorpsi dalam penelitian ini menggunakan adsorben *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit, dimana massa masing-masing adsorben yang digunakan adalah 0,5 gram dan dilakukan tahap aktivasi yaitu penambahan aktivator dengan konsentrasi masing-masing 0,1 M serta kecepatan pengadukan yaitu 80 rpm dengan waktu retensi 60 menit . Rekapitulasi hasil adsorpsi krom dapat dilihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut ;

Tabel 4.2 Rekapitulasi Hasil Adsorpsi Krom

Variasi Adsorben	Kode Sampel	Jenis Aktivator	Konsentrasi Awal (mg/l)	Konsentrasi Akhir (mg/l)	Efisiensi Penyisihan (%)	Kapasitas Adsorpsi x/m (mg/g)
Variasi I Crumb rubber sludge	A.1	H ₃ PO ₄	9,230	0,864	91%	8,366
	A.2	ZnCl ₂	9,230	2,879	69%	6,351
	A.3	KOH	9,230	2,303	75%	6,927
	A.4	NaOH	9,230	0,288	97%	8,942
	A.5	Tanpa Aktivator	9,230	4,031	56%	5,199
Variasi II Tatal Karet	B.1	H ₃ PO ₄	9,230	2,303	75%	6,927
	B.2	ZnCl ₂	9,230	4,607	51%	4,623
	B.3	KOH	9,230	3,455	63%	5,775
	B.4	NaOH	9,230	1,728	81%	7,502
	B.5	Tanpa Aktivator	9,230	5,769	38%	3,461
Variasi II Abu Sawit	C.1	H ₃ PO ₄	9,230	1,728	81%	7,502
	C.2	ZnCl ₂	9,230	2,308	75%	6,928
	C.3	KOH	9,230	2,016	78%	5,775
	C.4	NaOH	9,230	0,288	97%	8,942
	C.5	Tanpa Aktivator	9,230	3,461	63%	3,461

Sumber : Data primer,2021

Dari Tabel 4.2, diketahui bahwa proses aktivasi secara kimia terbukti dapat meningkatkan kinerja adsorben dalam penyisihan krom. Hal ini dapat terlihat dari peningkatan kemampuan adsorben dalam menyerap polutan krom dimana peningkatan kinerja adsorben tertinggi terjadi pada adsorben *crumb rubber sludge* dan abu sawit yang diaktivasi dengan aktivator NaOH dengan penurunan sebesar 0,288 mg/l, diikuti adsorben tatal karet yang diaktivasi dengan NaOH menyisihkan polutan krom sebesar 1,728 mg/l. Dari uraian tersebut, diketahui bahwa aktivator basa yang paling baik untuk penyerapan krom adalah NaOH, sedangkan aktivator asam yang paling baik digunakan adalah H₃PO₄. Hal

ini ditandai dengan penurunan signifikan yang terjadi pada polutan krom yang diaktivasi dengan NaOH lalu diikuti H_3PO_4 , $ZnCl_2$ dan KOH.

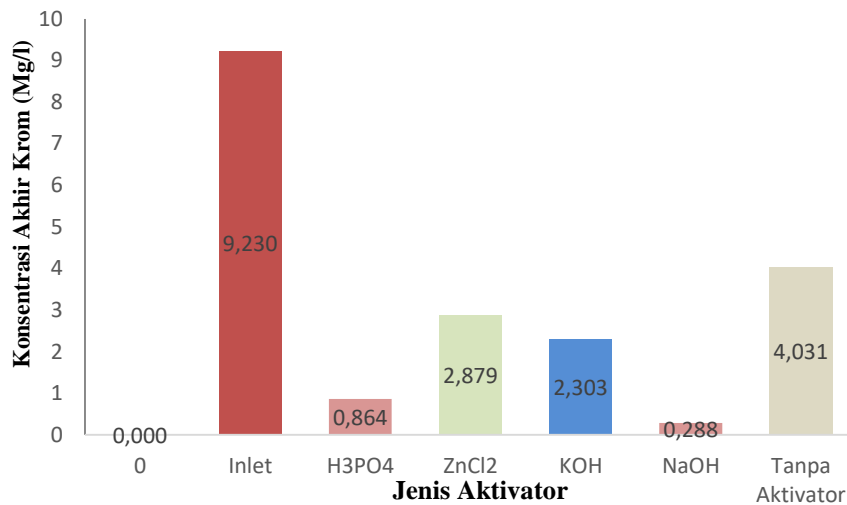
Sementara, kinerja penyerapan yang terjadi pada adsorben murni dan tanpa aktivator dalam menyisihkan polutan krom tidak sebaik kinerja adsorben yang telah diaktivasi dengan H_3PO_4 , $ZnCl_2$, KOH dan NaOH.

4.4 Pengaruh Jenis Aktivator Terhadap Adsorpsi Krom

Pemilihan jenis aktivator berpengaruh terhadap luas permukaan maupun pori-pori karbon aktif yang dihasilkan. Semakin baik jenis aktivator yang digunakan sebagai pengaktif pada adsorben maka luas permukaan dan daya serap yang dihasilkan pun akan lebih baik.

4.4.1 Pengaruh Jenis Aktivator pada Adsorben *Crumb Rubber Sludge*

Penyisihan Krom dilakukan dengan menggunakan adsorben *crumb rubber sludge* dengan massa adsorben 0,5 gr dan kecepatan pengadukan yaitu 80 rpm dan waktu retensi selama 60 menit yang diaktivasi dengan aktivator asam basa yaitu H_3PO_4 , $ZnCl_2$, KOH, dan NaOH dengan konsentrasi 0,1 M. Selain itu, penyisihan krom juga dilakukan dengan adsorben *crumb rubber sludge* murni untuk mengetahui perbedaan penyisihan yang terjadi pada krom dengan adsorben *crumb rubber sludge* murni dan adsorben *crumb rubber sludge* setelah diaktivasi dengan aktivator asam basa. Pengaruh jenis aktivator terhadap adsorpsi krom dengan adsorben *crumb rubber sludge* dapat dilihat pada Gambar 4.9 berikut ini ;



Gambar 4.9 Pengaruh Jenis Aktivator pada Adsorben *Crumb rubber sludge*

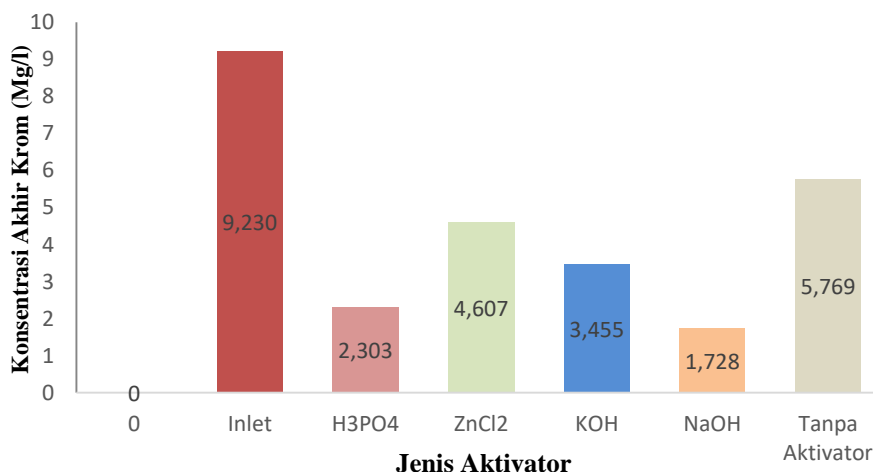
Pada gambar 4.9, mengenai pengaruh jenis aktivator pada Adsorben *Crumb rubber sludge*, dapat terlihat bahwa kinerja adsorben *Crumb rubber sludge* yang diaktivasi oleh jenis aktivator yang berbeda menghasilkan penurunan polutan krom yang berbeda pula. Dapat terlihat bahwa *Crumb rubber sludge* yang diaktivasi dengan NaOH mengalami penurunan yang signifikan terhadap polutan krom, dimana adsorben *Crumb rubber sludge* yang diaktivasi dengan NaOH mampu menyisihkan krom sebesar 0,288 mg/l lalu diikuti penyisihan dengan H₃PO₄ sebesar 0,864 mg/l, ZnCl₂ sebesar 2,879 mg/l, dan KOH sebesar 2,303 mg/l.

Sementara untuk penyisihan krom dengan adsorben *Crumb rubber sludge* murni (tanpa aktivator) hanya mampu menyisihkan polutan krom sebesar 4,031 mg/l. Ini sesuai dengan yang dikatakan salmariza (2013) bahwa *Crumb rubber sludge* murni dan tanpa perlakuan karbonisasi dan aktivasi memiliki daya serap yang kurang baik bila dibandingkan dengan *Crumb rubber sludge* yang

dikarbonisasi dan diaktivasi. Hal ini dikarenakan adsorben *Crumb rubber sludge* yang dikarbonisasi dan diaktivasi lebih cenderung memiliki permukaan pori yang luas sehingga memiliki kemampuan lebih besar dalam penyerapan logam krom dalam larutan.

4.4.2 Pengaruh Jenis Aktivator pada Adsorben Total Karet

Penyisihan Krom ini dilakukan dengan adsorben total karet dengan massa adsorben 0,5 gr dan kecepatan pengadukan yaitu 80 rpm dan waktu retensi selama 60 menit yang diaktivasi dengan aktivator asam basa yaitu H_3PO_4 , $ZnCl_2$, KOH , dan $NaOH$ dengan konsentrasi 0,1 M. Selain itu, penyisihan krom juga dilakukan dengan adsorben total karet murni untuk mengetahui perbedaan penyisihan yang terjadi pada krom dengan adsorben total karet murni dan adsorben total karet setelah diaktivasi dengan aktivator asam basa. Pengaruh jenis aktivator terhadap adsorpsi krom dengan adsorben total karet dapat dilihat pada Gambar 4.10 berikut



Gambar 4.10 Pengaruh Jenis Aktivator pada Adsorben Total Karet

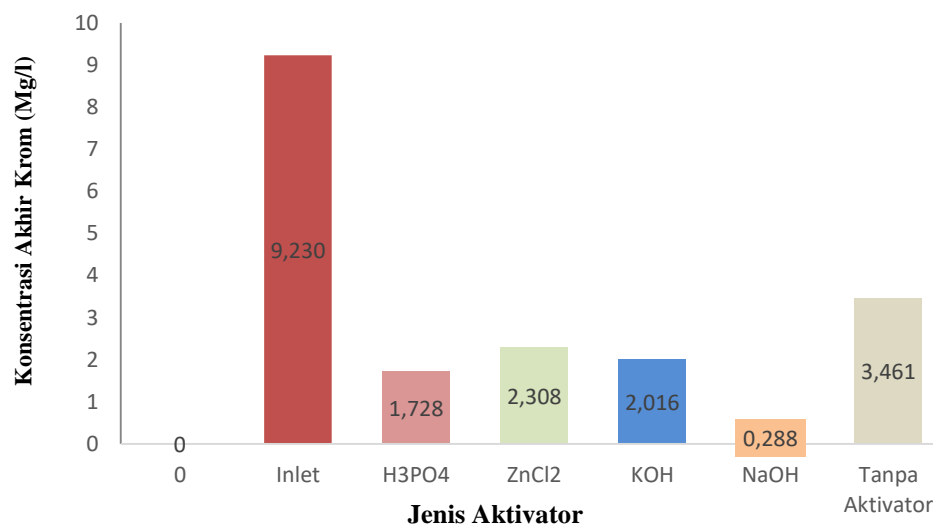
Pada gambar 4.10, mengenai pengaruh jenis aktivator pada adsorben total karet, dapat terlihat bahwa kinerja adsorben total karet yang diaktivasi oleh jenis

aktivator yang berbeda menghasilkan penurunan polutan krom yang berbeda pula. Dapat terlihat bahwa total karet yang diaktivasi dengan NaOH mengalami penurunan yang signifikan terhadap polutan krom, dimana adsorben total karet yang diaktivasi dengan NaOH mampu menyisihkan krom sebesar 1,728 mg/l lalu diikuti penyisihan dengan H_3PO_4 sebesar 2,303 mg/l, $ZnCl_2$ sebesar 4,607 mg/l, dan KOH sebesar 3,455 mg/l.

Sementara untuk penyisihan krom dengan adsorben total karet murni (tanpa aktivator) hanya mampu menyisihkan polutan krom sebesar 5,769 mg/l. Total karet murni tidak menghasilkan angka serapan yang begitu baik. Hal ini diasumsikan karena tidak dilakukannya karbonisasi dan aktivasi terhadap total karet sehingga luas permukaan adsorben kurang terbuka dan menyebabkan kadar penyerapan terhadap krom tidak begitu tinggi.

4.4.3 Pengaruh Jenis Aktivator pada Adsorben Abu Sawit

Penyisihan Krom ini dilakukan dengan adsorben abu sawit dengan massa adsorben 0,5 gr dan kecepatan pengadukan yaitu 80 rpm dan waktu retensi selama 60 menit yang diaktivasi dengan aktivator asam basa yaitu H_3PO_4 , $ZnCl_2$, KOH, dan NaOH dengan konsentrasi 0,1 M. Selain itu, penyisihan krom juga dilakukan dengan adsorben abu sawit murni untuk mengetahui perbedaan penyisihan yang terjadi pada krom dengan adsorben abu sawit murni dan adsorben abu sawit setelah diaktivasi dengan aktivator asam basa. Pengaruh jenis aktivator terhadap adsorpsi krom dengan adsorben abu sawit dapat dilihat pada Gambar 4.11 berikut ini ;



Gambar 4.11 Pengaruh Jenis Aktivator pada Adsorben Abu Sawit

Pada gambar 4.11, mengenai pengaruh jenis aktivator pada adsorben abu sawit dapat terlihat bahwa kinerja adsorben abu sawit yang diaktivasi oleh jenis aktivator yang berbeda menghasilkan penurunan polutan krom yang berbeda pula. Dapat terlihat bahwa abu sawit yang diaktivasi dengan NaOH mengalami penurunan yang signifikan terhadap polutan krom, dimana adsorben abu sawit yang diaktivasi dengan NaOH mampu menyisihkan krom sebesar 0,288 mg/l lalu diikuti penyisihan dengan H₃PO₄ sebesar 1,728 mg/l, ZnCl₂ sebesar 2,308 mg/l, dan KOH sebesar 2,016 mg/l.

Sementara untuk penyisihan krom dengan adsorben abu sawit murni (tanpa aktivator) hanya mampu menyisihkan polutan krom sebesar 3,461 mg/l. Meski menunjukkan hasil yang baik namun jika dibandingkan dengan abu sawit yang diaktivasi dengan aktivator asam basa, hasil penyerapan adsorben abu sawit yang diaktivasi dengan aktivator asam basa tetap memiliki penyerapan krom yang jauh lebih baik.

Dari gambar 4.9, gambar 4.10, dan gambar 4.11, mengenai pengaruh jenis aktivator terhadap adsorben *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit dapat dilihat bahwa proses aktivasi dengan jenis aktivator yang digunakan sangat mempengaruhi penyerapan polutan krom. Ini disebabkan proses aktivasi material adsorben melibatkan tahap pengontakan material tersebut dengan larutan kimia yang berfungsi untuk mengaktifkan pori dan sisi permukaan adsorben.

Dapat dilihat bahwa dari ketiga adsorben yaitu *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit yang diaktivasi dengan aktivator asam basa yaitu H_3PO_4 , $ZnCl_2$, KOH dan NaOH dengan konsentrasi yang sama yaitu 0,1 M, adsorben yang diaktivasi NaOH mengalami penyerapan krom yang jauh lebih baik bila dibandingkan dengan yang diaktivasi dengan H_3PO_4 , $ZnCl_2$ dan KOH dengan konsentrasi 0,1 M. Ini artinya, dari 4 jenis aktivator yang digunakan, NaOH adalah aktivator dengan penyerapan krom yang tertinggi.

Hal ini dikarenakan NaOH mempunyai fungsi menjadikan limbah cair bersifat basa, sehingga limbah logam berat, berbahaya dan beracun setelah bereaksi dengan ion besi akan mengendap dalam suasana basa. Hal ini sesuai dengan yang dikatakan oleh Asmadi,dkk (2009) bahwa NaOH merupakan salah satu aktivator terbaik dalam penyerapan logam karna NaOH adalah basa atau zat yang rumusnya atas logam dengan gugus Hidroksida (gugus OH⁻). Pembentukan basa NaOH terjadi karena reaksi antara logam alkali (logam yang sangat reaktif) dengan air. NaOH sebagai basa kuat yang jika dilarutkan dalam air mengalami disosiasi dengan pembentuk ion-ion hidroksil (OH⁻) sebagai satu-satunya ion

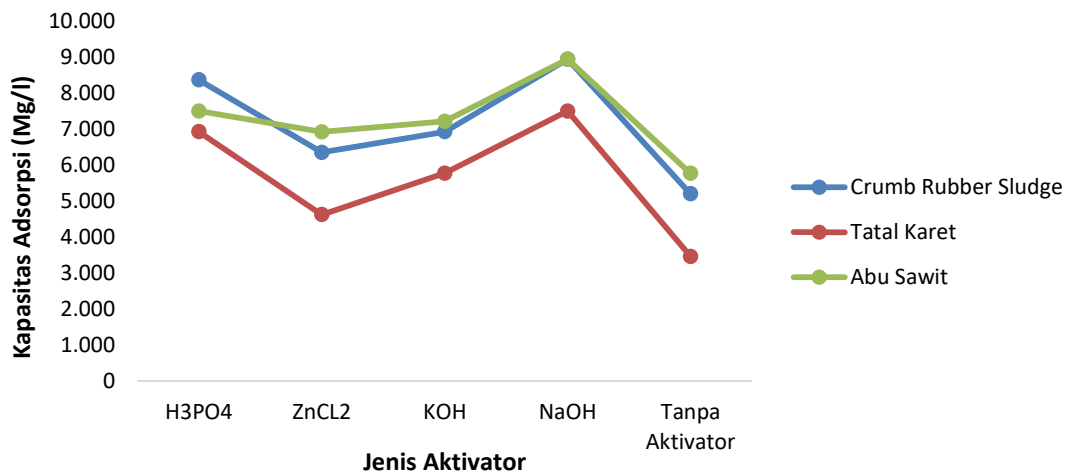
negatif. Hidroksida logam yang larut seperti NaOH akan larut dan berdisosiasi sempurna dalam larutan yang encer.

Penambahan aktivator NaOH dalam limbah cair mengakibatkan kromium yang sebelumnya terlarut dalam limbah cair menjadi tidak larut lagi. Menurut Benefield, Larry, D (1982), menyebutkan bahwa larutan NaOH digunakan sebagai resin dan kelebihan dari NaOH adalah dalam proses pengendapan limbah cair krom, endapan (*precipitate*) yang dihasilkan lebih sedikit.

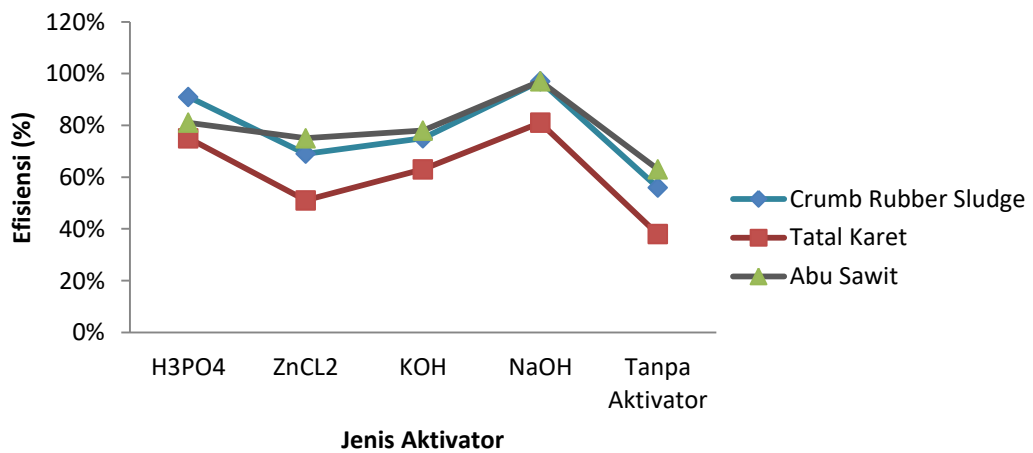
Dapat dilihat juga bahwa dari ketiga adsorben yaitu *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit yang diaktivasi dengan aktivator asam basa yaitu H_3PO_4 , $ZnCl_2$, KOH dan NaOH menunjukkan peningkatan kinerja adsorpsi yang signifikan terhadap penyisihan krom yang berbeda-beda pula. Hal ini sejalan dengan yang dikatakan oleh Yorgun dan Yildiz (2015), bahwa peningkatan signifikan yang berbeda-beda ini dipengaruhi oleh perbedaan kemampuan masing-masing larutan kimia dalam meningkatkan karakteristik porositas adsorben dan area permukaan aktifnya. Selain itu, sifat porositas yang diinisiasi oleh media larutan kimia tersebut akan tetap berlangsung dalam struktur internal material yang mengandung lignocellulosic yang merupakan salah satu unsur yang terdapat pada material organik yang berperan dalam proses adsorpsi. Dengan demikian, perubahan signifikan yang berbeda memang dapat terjadi meskipun menggunakan larutan yang tergolong asam atau basa yang sama kuat.

4.4.4 Kapasitas dan Efisiensi Adsorpsi Krom

Kapasitas adsorpsi yang dihasilkan dari adsorben *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit dapat dilihat pada Gambar. 4.12 :



Gambar 4.12 Kapasitas Adsorpsi Krom



Gambar 4.13 Efisiensi Adsorpsi Krom

Dari gambar 4.12 dan 4.13, dapat diketahui bahwa adsorben *crumb rubber sludge* dan adsorben abu sawit yang diaktivasi dengan aktivator NaOH paling baik dalam menyisihkan polutan krom, hal ini ditandai dengan tercapainya kapasitas adsorpsi sebesar 8,942 mg/g dengan efisiensi adsorpsi sebesar 97%. Selanjutnya diikuti adsorben *crumb rubber sludge*, total karet dan abu sawit yang diaktivasi H₃PO₄ berturut-turut yaitu 8,366 mg/g dengan efisiensi 91%, 6,927 mg/g dengan efisiensi 75%, 7,502 mg/g dengan efisiensi 81%, Selanjutnya diikuti adsorben

crumb rubber sludge, tatal karet dan abu sawit yang diaktivasi $ZnCl_2$ berturut-turut sebesar 6,351 dengan efisiensi 69%, 4,623 mg/g dengan efisiensi 51%, 6,928 dengan efisiensi 75%. Selanjutnya diikuti adsorben *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit yang diaktivasi KOH berturut-turut sebesar 6,927 mg/g dengan efisiensi 75%, 5,775 mg/g dengan efisiensi 63%, 5,775 dengan efisiensi 78%.

Sementara yang paling terendah yaitu adsorben tatal karet murni dengan kapasitas 3,461 mg/g dan efisiensi sebesar 38% diikuti *crumb rubber sludge* murni dengan kapasitas adsorpsi sebesar 5,199 mg/g dengan efisiensi 56% dan abu sawit 3,461 mg/g dengan efisiensi 63%.

Maka ini selaras dengan yang dikatakan Sembiring (2003) bahwa pemilihan jenis aktivator akan berpengaruh terhadap daya serap yang lebih baik karena semakin bagus aktivator yang digunakan maka luas permukaan pori akan semakin besar sehingga memperbesar kapasitas adsorpsi dan efisiensi penyerapan adsorpsi pun semakin tinggi. Sementara adsorben *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit murni tanpa menggunakan aktivator asam basa tidak menghasilkan penyerapan sebaik adsorben yang diaktivasi.

4.5 Rekapitulasi Hasil Adsorpsi Nikel

Rekapitulasi hasil adsorpsi Nikel dengan adsorben *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit dapat dilihat pada Tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3 Rekapitulasi Hasil Adsorpsi Nikel

Variasi Adsorben	Kode Sampel	Jenis Aktivator	Konsentrasi Awal (mg/l)	Konsentrasi Akhir (mg/l)	Efisiensi Penyisihan (%)	Kapasitas Adsorpsi x/m (mg/g)
Variasi I Crumb rubber sludge	A.1	H ₃ PO ₄	0,055	0,003	95%	0,052
	A.2	ZnCl ₂	0,055	0,035	37%	0,02
	A.3	KOH	0,055	0,023	58%	0,032
	A.4	NaOH	0,055	0,005	91%	0,05
	A.5	Tanpa Aktivator	0,055	0,042	24%	0,013
Variasi II Tatal Karet	B.1	H ₃ PO ₄	0,055	0,013	76%	0,042
	B.2	ZnCl ₂	0,055	0,023	58%	0,032
	B.3	KOH	0,055	0,023	58%	0,032
	B.4	NaOH	0,055	0,008	85%	0,047
	B.5	Tanpa Aktivator	0,055	0,048	13%	0,007
Variasi III Abu Sawit	C.1	H ₃ PO ₄	0,055	0,008	85%	0,047
	C.2	ZnCl ₂	0,055	0,015	73%	0,04
	C.3	KOH	0,055	0,007	87%	0,048
	C.4	NaOH	0,055	0,005	91%	0,05
	C.5	Tanpa Aktivator	0,055	0,042	16%	0,009

Sumber; Data Primer, 2021

Dari Tabel 4.3, diketahui bahwa proses aktivasi secara kimia terbukti dapat meningkatkan kinerja adsorben dalam penyisihan nikel. Hal ini dapat terlihat dari peningkatan kemampuan adsorben dalam menyerap polutan nikel, dimana peningkatan kinerja adsorben tertinggi terjadi pada adsorben abu sawit yang diaktivasi dengan H₃PO₄. Hal ini dapat dilihat dari penurunan polutan nikel sebesar 0,003 mg/l, diikuti abu sawit yang diaktivasi dengan NaOH dan menyisihkan sebesar 0,005 mg/g. Lalu diikuti adsorben tatal karet yang menyisihkan sebesar 0,008 mg/l. Dari uraian tersebut, diketahui bahwa aktivator basa yang paling baik untuk penyerapan nikel adalah NaOH, sedangkan aktivator asam yang paling baik digunakan adalah H₃PO₄. Hal ini ditandai dengan

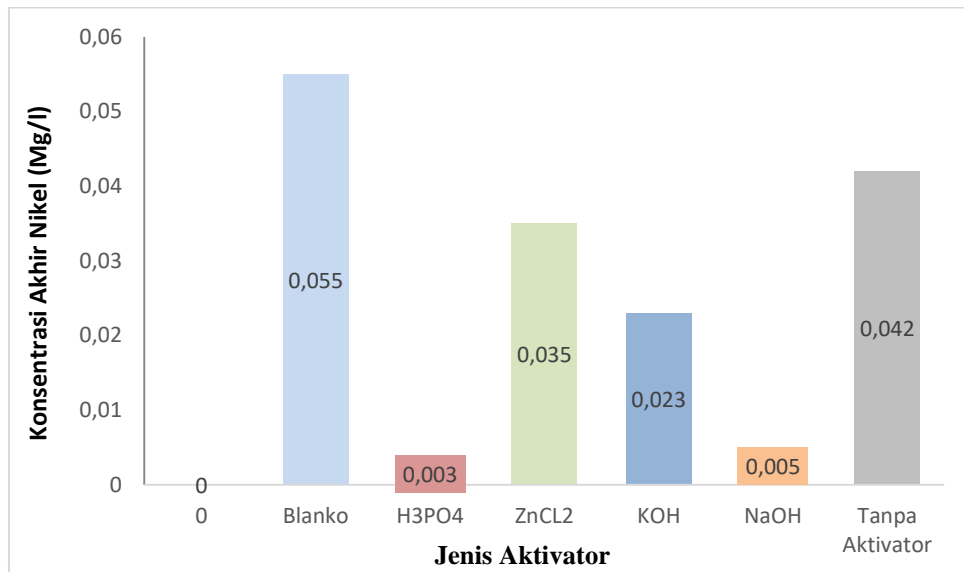
penurunan signifikan yang terjadi pada polutan nikel yang diaktivasi dengan NaOH lalu diikuti H_3PO_4 , $ZnCl_2$ dan KOH.

4.6 Pengaruh Jenis Aktivator Terhadap Adsorpsi Nikel

Pemilihan jenis aktivator berpengaruh terhadap luas permukaan maupun volume pori-pori karbon aktif yang dihasilkan. Semakin baik jenis aktivator yang digunakan sebagai pengaktif pada adsorben maka luas permukaan dan daya serap yang dihasilkan pun akan lebih baik.

4.6.1 Pengaruh Jenis Aktivator pada Adsorben *Crumb Rubber Sludge*

Penyisihan Nikel dilakukan dengan menggunakan adsorben *crumb rubber sludge* dengan massa adsorben 0,5 gr dan kecepatan pengadukan yaitu 80 rpm dan waktu retensi selama 60 menit yang diaktivasi dengan aktivator asam basa yaitu H_3PO_4 , $ZnCl_2$, KOH, dan NaOH dengan konsentrasi 0,1 M. Selain itu, penyisihan Nikel juga dilakukan dengan adsorben *crumb rubber sludge* murni untuk mengetahui perbedaan penyisihan yang terjadi pada nikel dengan adsorben *crumb rubber sludge* murni dan adsorben *crumb rubber sludge* setelah diaktivasi dengan aktivator asam basa. Pengaruh jenis aktivator terhadap adsorpsi Nikel dengan adsorben *crumb rubber sludge* dapat dilihat pada Gambar 4.14 berikut ini ;



Gambar 4.14 Pengaruh Jenis Aktivator pada Adsorben *Crumb rubber sludge*

Pada gambar 4.14, mengenai pengaruh jenis aktivator pada adsorben *Crumb rubber sludge*, dapat terlihat bahwa kinerja adsorben *Crumb rubber sludge* yang diaktivasi oleh jenis aktivator yang berbeda menghasilkan penurunan polutan nikel yang berbeda pula. Dapat terlihat bahwa *Crumb rubber sludge* yang diaktivasi dengan mengalami penurunan yang signifikan terhadap polutan nikel, dimana adsorben *Crumb rubber sludge* yang diaktivasi dengan H₃PO₄ mampu menyisihkan nikel sebesar 0,003 mg/l lalu diikuti penyisihan dengan NaOH sebesar 0,005 mg/l, ZnCL₂ sebesar 0,035 mg/l, dan KOH sebesar 0,023 mg/l.

Sementara untuk penyisihan krom dengan adsorben *Crumb rubber sludge* murni (tanpa aktivator) hanya mampu menyisihkan polutan nikel sebesar 0,042 mg/l. Ini sesuai dengan yang dikatakan salmariza (2013) bahwa *Crumb rubber sludge* murni dan tanpa perlakuan karbonisasi dan aktivasi memiliki daya serap yang kurang baik bila dibandingkan dengan *Crumb rubber sludge* yang dikarbonisasi dan diaktivasi. Hal ini dikarenakan adsorben *Crumb rubber sludge*

yang dikarbonisasi dan diaktivasi lebih cenderung memiliki permukaan pori yang luas sehingga memiliki kemampuan lebih besar dalam penyerapan logam dalam larutan.

Sesuai dengan Wu et al (2010) yang menyatakan bahwa sludge merupakan organic kompleks yang khas terutama mempunyai muatan permukaan negatif yang bisa dengan mudah berikatan dengan kation positif. Hal ini juga sesuai dengan yang dikatakan oleh Yulia (2019), yang menyimpulkan bahwa H_3PO_4 merupakan aktivator yang baik karna memiliki stabilitas termal yang baik dan memiliki karakter kovalen yang tinggi. Stabilitas termal ini berperan dalam mempertahankan kestabilan zat dalam proses aktivasi.

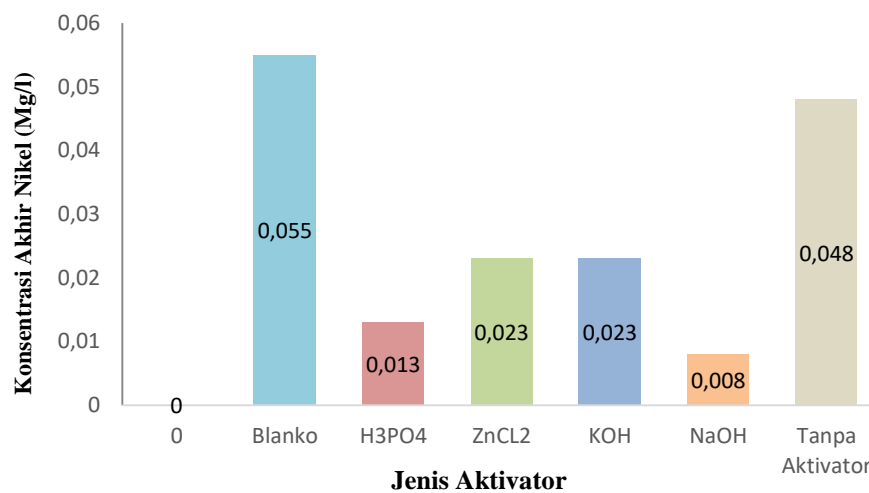
Unsur-unsur yang menyusun H_3PO_4 berikatan secara kovalen polar. Dengan demikian, senyawa H_3PO_4 lebih didominasi oleh karakter kovalen. Jadi, H_3PO_4 memiliki kemampuan berinteraksi lebih baik sehingga mampu menghasilkan daya serap adsorpsi yang tinggi.

4.6.2 Pengaruh Jenis Aktivator pada Adsorben Tatal Karet

Pengaruh jenis aktivator terhadap adsorpsi Nikel dengan adsorben tatal karet dapat dilihat pada Gambar 4.15 berikut ini ;

Penyisihan nikel dilakukan dengan menggunakan adsorben tatal karet dengan massa adsorben 0,5 gr dan kecepatan pengadukan yaitu 80 rpm dan waktu retensi selama 60 menit yang diaktivasi dengan aktivator asam basa yaitu H_3PO_4 , $ZnCl_2$, KOH, dan NaOH dengan konsentrasi 0,1 M. Selain itu, penyisihan nikel juga dilakukan dengan adsorben tatal karet murni untuk mengetahui perbedaan

penyisihan yang terjadi pada nikel dengan adsorben total karet murni dan adsorben *crumb rubber sludge* setelah diaktivasi dengan aktivator asam basa. Pengaruh jenis aktivator terhadap adsorpsi nikel dengan adsorben total karet dapat dilihat pada Gambar 4.15 berikut ini ;



Gambar 4.15 Pengaruh Jenis Aktivator pada Adsorben Total Karet

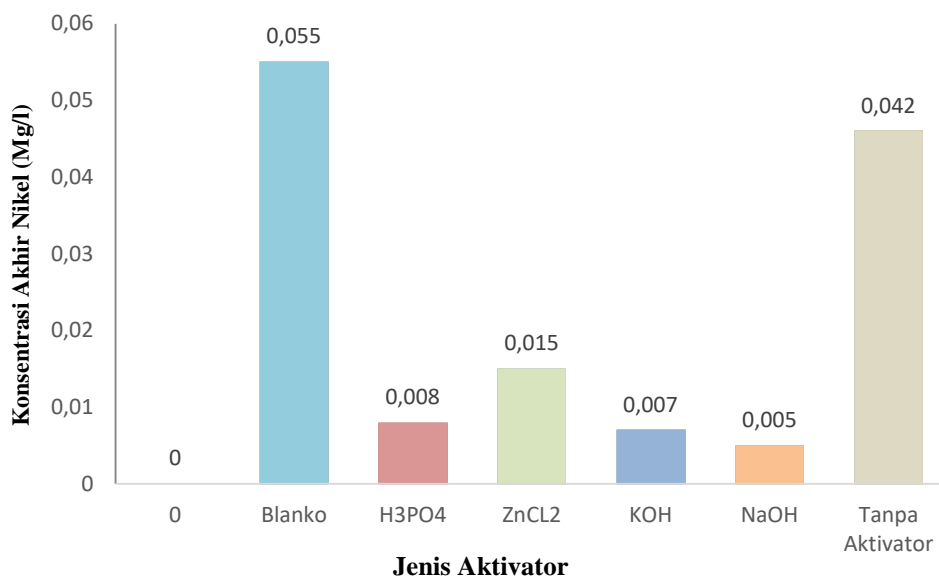
Pada gambar 4.15, mengenai pengaruh jenis aktivator pada adsorben total karet, dapat terlihat bahwa kinerja adsorben total karet yang diaktivasi oleh jenis aktivator yang berbeda menghasilkan penurunan polutan nikel yang berbeda pula. Dapat terlihat bahwa total karet yang diaktivasi dengan NaOH mengalami penurunan yang signifikan terhadap polutan nikel, dimana adsorben total karet yang diaktivasi dengan NaOH mampu menyisihkan nikel sebesar 0,008 mg/l lalu diikuti penyisihan dengan H₃PO₄ sebesar 0,013 mg/l, ZnCL₂ sebesar 0,023 mg/l, dan KOH sebesar 0,023 mg/l.

Sementara untuk penyisihan krom dengan adsorben total karet murni (tanpa aktivator) hanya mampu menyisihkan polutan nikel sebesar 0,0048 mg/l. Total

karet murni tidak menghasilkan angka serapan yang begitu baik. Hal ini diasumsikan karna tidak dilakukannya karbonisasi dan aktivasi terhadap tatal karet sehingga luas permukaan adsorben kurang terbuka dan menyebabkan kadar penyerapan terhadap nikel tidak begitu tinggi.

4.6.3 Pengaruh Jenis Aktivator pada Adsorben Abu Sawit

Pengaruh jenis aktivator terhadap adsorpsi Nikel dengan adsorben abu sawit dapat dilihat pada Gambar 4.16 berikut ini ;



Gambar 4.16 Pengaruh Jenis Aktivator pada Adsorben Abu Sawit

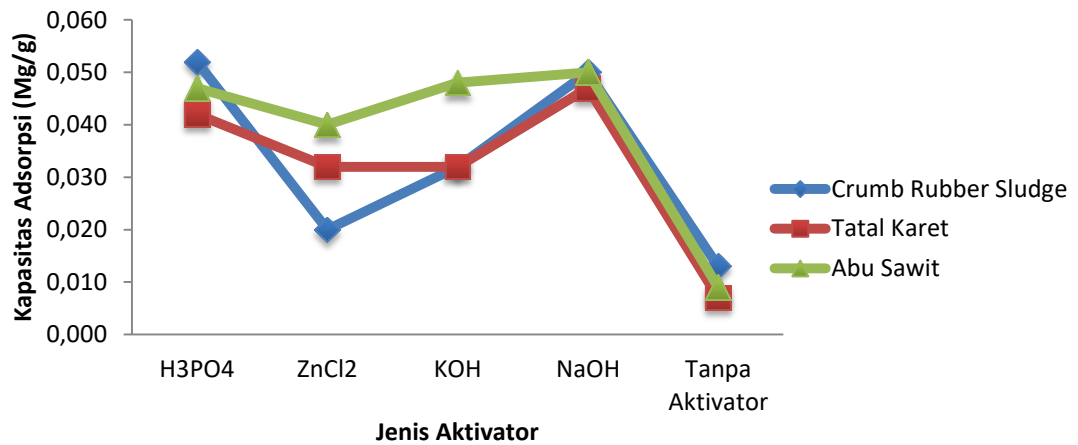
Pada gambar 4.16, mengenai pengaruh jenis aktivator pada adsorben abu sawit dapat diketahui bahwa adsorben abu sawit yang diaktivasi dengan NaOH polutan nikel, dimana adsorben abu sawit yang diaktivasi dengan NaOH mampu menyisihkan nikel sebesar 0,005 mg/l lalu diikuti penyisihan dengan H₃PO₄ sebesar 0,008 mg/l, diikuti KOH sebesar 0,007 mg/l, ZnCL₂ sebesar 0,015 mg/l.

Sementara untuk penyisihan nikel dengan adsorben abu sawit murni (tanpa aktivator) hanya mampu menyisihkan polutan nikel sebesar 0,0042 mg/l. Hal ini diasumsikan karna tidak dilakukannya karbonisasi dan aktivasi terhadap abu sawit sehingga luas permukaan adsorben kurang terbuka dan menyebabkan kadar penyerapan terhadap nikel tidak begitu tinggi.

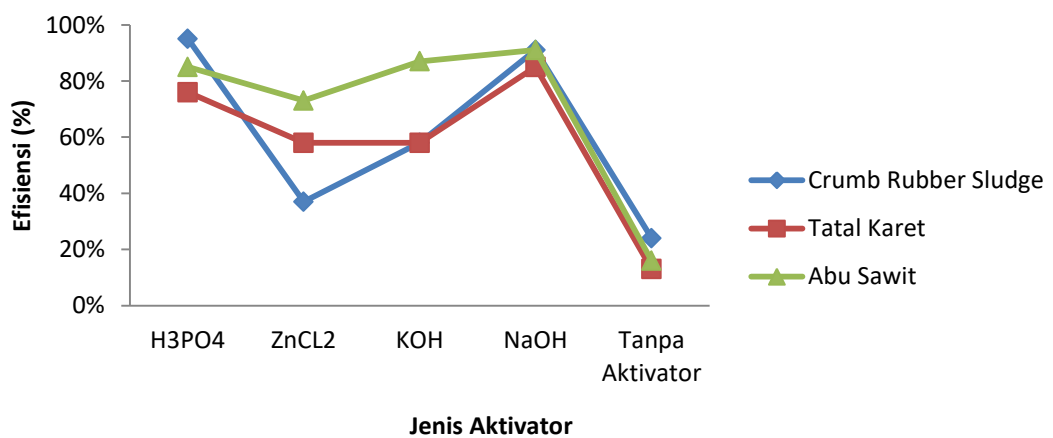
Dari gambar 4.15 dan 4.16, dapat terlihat bahwa adsorben tatal karet dan abu sawit yang diaktivasi dengan NaOH lebih mengalami penurunan yang signifikan dibanding aktivator lainnya, yang artinya penyerapan nikel yang diaktivasi dengan NaOH 0,1 M, dibandingkan H₃PO₄, ZnCl₂ dan KOH dengan konsentrasi 0,1 M. Hal ini dikarenakan NaOH mempunyai fungsi menjadikan limbah cair bersifat basa, sehingga limbah logam berat, berbahaya dan beracun setelah bereaksi dengan ion besi akan mengendap dalam suasana basa. Hal ini sesuai dengan yang dikatakan oleh Asmadi,dkk (2009) bahwa NaOH merupakan salah satu aktivator terbaik dalam penyerapan logam karna NaOH adalah basa atau zat yang rumusnya atas logam dengan gugus Hidroksida (gugus OH⁻).. Diketahui terjadi perbedaan dimana *crumb rubber sludge* yang diaktivasi H₃PO₄ lebih tinggi sedangkan tatal dan abu sawit lebih tinggi saat diaktivasi dengan NaOH dalam penyisihan nikel. Hal ini berhubungan dengan perbedaan kemampuan masing-masing larutan kimia dalam meningkatkan karakteristik porositas adsorben dan area permukaan aktifnya. Dengan demikian, perubahan signifikan yang berbeda memang dapat terjadi meskipun menggunakan larutan yang tergolong asam atau basa yang sama kuat. (Yorgun dan Yildiz (2015).

4.6.4 Kapasitas dan Efisiensi Adsorpsi Nikel

Dari hasil uji yang telah dilakukan, tingkat efektifitas penyisihan Nikel dapat diketahui dari gambar 4.17 berikut ini :



Gambar 4.17 Kapasitas Adsorpsi Nikel



Gambar 4.18 Efisiensi Adsorpsi Nikel

Dari gambar 4.17 dan gambar 4.18, dapat terlihat bahwa jenis aktivator sangat mempengaruhi persentase penyerapan nikel. Dimana, semakin bagus aktivator yang digunakan maka penyerapan terhadap polutan nikel semakin baik pula. Hal ini ditandai dengan kapasitas dan efisiensi penyerapan yang terjadi terhadap polutan nikel. Diantara 4 aktivator yaitu H₃PO₄, ZnCl₂, KOH, NaOH

dengan konsentrasi 0,1 M menghasilkan efisiensi yang berbeda-beda. Hasil penyisihan nikel menunjukkan bahwa adsorben *crumb rubber sludge* yang diaktivasi dengan H_3PO_4 memiliki kapasitas adsorpsi paling besar yaitu 0,052 mg/g dengan efisiensi 95%. Lalu diikuti adsorben abu sawit yang diaktivasi dengan NaOH dengan kapasitas adsorpsi sebesar 0,05 mg/g dengan efisiensi sebesar 91%. Dan untuk adsorben tatal karet menghasilkan kapasitas adsorpsi sebesar 0,047 mg/l dengan efisiensi 85%.

Selanjutnya diikuti adsorben *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit yang diaktivasi ZnCl_2 berturut-turut sebesar 0,02 mg/g dengan efisiensi 37%, 0,032 mg/g dengan efisiensi 58%, 0,04 mg/g dengan efisiensi 73%. Diikuti KOH berturut-turut sebesar 0,032 mg/g dengan efisiensi 58%, 0,048 mg/g dengan efisiensi 87%. Sementara adsorben *crumb rubber sludge* tanpa aktivator menyisihkan 0,013 mg/g dengan efisiensi 24%, tatal karet menyisihkan 0,007 mg/g dengan efisiensi 13% dan abu sawit menyisihkan 0,009 mg/g dengan efisiensi 16%.

Melihat, perbedaan hasil penyisihan krom dengan jenis aktivator yang berbeda makan ini sejalan dengan yang dikatakan Sembiring (2003) bahwa pemilihan jenis aktivator akan berpengaruh terhadap daya serap yang lebih baik karna semakin bagus aktivator yang digunakan maka luas permukaan pori akan semakin besar sehingga memperbesar kapasitas adsorpsi dan efisiensi penyerapan adsorpsi pun semakin tinggi. Sementara adsorben *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit murni dan tanpa menggunakan aktivator asam basa tidak menghasilkan penyerapan sebaik adsorben yang diaktivasi.

4.7 Mekanisme Adsorpsi dengan Metode Isotherm Langmuir dan Freundlich

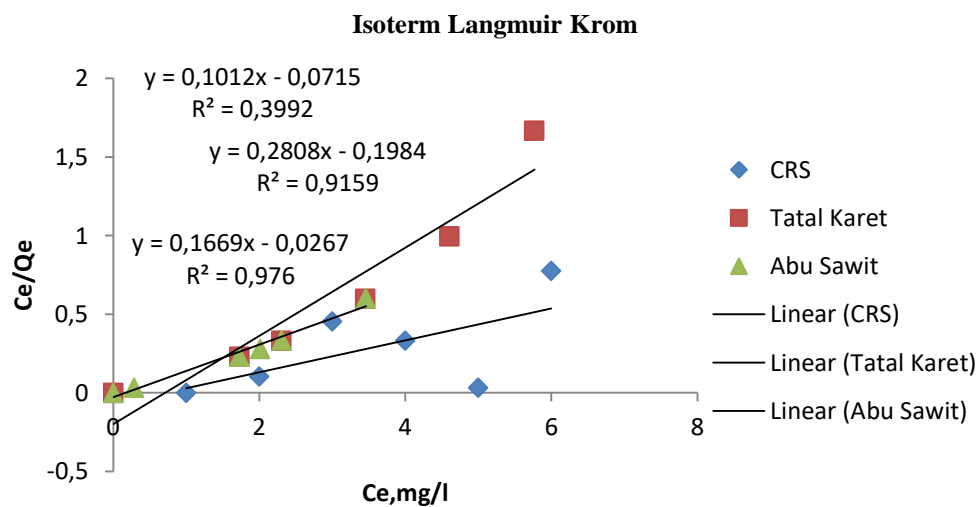
4.7.1 Mekanisme Adsorpsi Krom dengan Metode Isotherm Langmuir dan Freundlich

Analisis adsorption isotherm dilakukan untuk mengamati mekanisme adsorpsi yang terjadi pada adsorben *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit yang diaktivasi dengan H_3PO_4 , $ZnCl_2$, KOH, NaOH dan adsorben murni. Isotherm adsorpsi menggunakan metode Langmuir dan Freundlich. Model isotherm adsorpsi yang terjadi pada adsorben *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit terhadap penyisihan krom dan nikel dapat diketahui dengan melakukan pengujian persamaan regresi linear isotherm Langmuir yaitu dengan menghubungkan antara nilai konsentrasi adsorbat pada kesetimbangan perbanyaknya zat yang terjerap persatuan adsorben (C_e/Q_e) dan isotherm freundlich yaitu dengan memplotkan antara C_{in} , C_e , dan $\log C_e$ sehingga diperoleh persamaan garis dan nilai linear. Massa adsorben yang digunakan adalah 0,5 mg/l dan konsentrasi aktivator yang digunakan untuk H_3PO_4 , $ZnCl_2$, KOH, NaOH adalah 0,1 M. Perhitungan Isotherm Langmuir dan Freundlich dapat dilihat pada Tabel 4.4 :

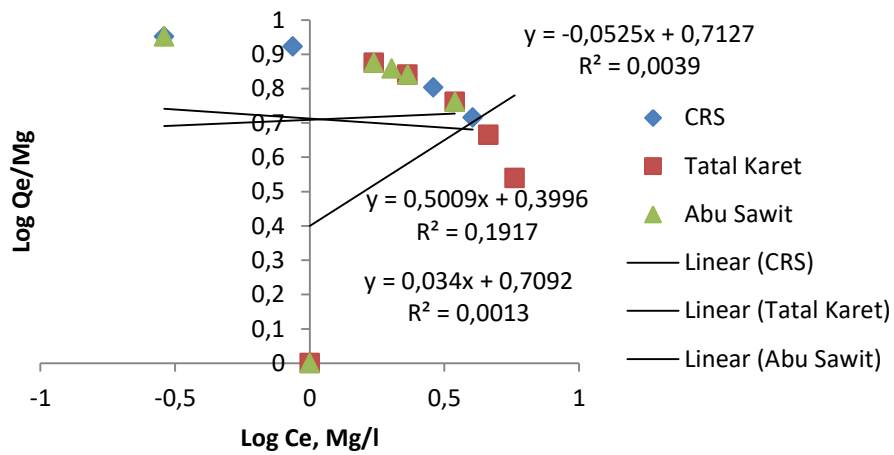
Tabel 4.4 Perhitungan Isotherm Langmuir Pada Adsorben *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit terhadap Penyisihan Krom

Adsorben	Jenis Aktivator	Cin (mg/l)	Ce (mg/l)	Qe (mg/l)	Ce/Qe
Crumb Rubber Sludge	0		0		0
	H ₃ PO ₄	9.230	0,864	8.366	0.103
	ZnCL ₂	9.230	2.879	6.351	0.453
	KOH	9.230	2.303	6.927	0.332
	NaOH	9.230	0.288	8.942	0.032
	Tanpa Aktivator	9.230	4.031	5.199	0.775
Tatal Karet	0		0	0.000	0.000
	H ₃ PO ₄	9.230	2.303	6.927	0.332
	ZnCL ₂	9.230	4.607	4.623	0.997
	KOH	9.230	3.455	5.775	0.598
	NaOH	9.230	1.728	7.502	0.230
	Tanpa Aktivator	9.230	5.769	3.461	1.667
Abu Sawit	0		0	0.000	0.000
	H ₃ PO ₄	9.230	1.728	7.502	0.230
	ZnCL ₂	9.230	2.308	6.922	0.333
	KOH	9.230	2.016	7.214	0.279
	NaOH	9.230	0.288	8.942	0.032
	Tanpa Aktivator	9.230	3.461	5.769	0.600

Sumber ; Data Primer,2021



Gambar 4.19 Isoterm Langmuir Krom



Gambar 4.20 Isoterm Freundlich Krom

Dari gambar 4.19 dan 4.20, yang diolah berdasar model isotherm Langmuir dan Freundlich diperoleh konstanta pada Tabel 4.5 berikut :

Tabel 4.5 Konstanta Isotherm Langmuir dan Freundlich Krom

Jenis Adsorben	Model	Parameter	R ²
Crumb Rubber Sludge	Langmuir	Q _o	3.561
		b	1
		R _L	0.0711
	Freundlich	K _f	5.161
		n	19.048
Tatal Karet	Langmuir	Q _o	113.636
		b	5.50
		R _L	0.0193
	Freundlich	K _f	2.510
		n	1.403
Abu Sawit	Langmuir	Q _o	5.992
		b	6.05
		R _L	0.0176
	Freundlich	K _f	1.000
		n	256.410

Sumber; Data primer, 2021

Dari tabel 4.5 terlihat bahwa grafik yang diperoleh adalah grafik linear. Untuk model Langmuir pada adsorben *crumb rubber sludge* didapat koefisien korelasi (R^2) sebesar 0,3992 sedangkan untuk total karet didapat korelasi (R^2) sebesar 0,916 dan abu sawit didapat korelasi (R^2) sebesar 0,976. Untuk model freundlich, adsorben *crumb rubber sludge* didapat koefisien korelasi (R^2) sebesar 0,004, sedangkan untuk total karet didapat korelasi (R^2) sebesar 0,192, dan abu sawit didapat korelasi (R^2) sebesar 0,001.

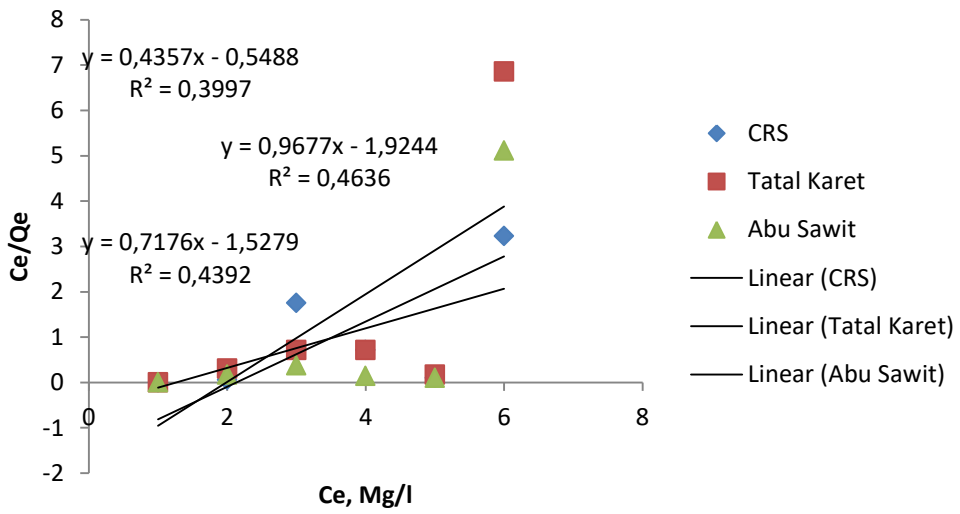
Berdasarkan koefisien korelasi (R^2) yang diperoleh, model Langmuir lebih mendekati 1 dibandingkan dengan model Freundlich sehingga dapat disimpulkan bahwa proses adsorpsi berjalan dengan baik dan adsorbat krom teradsorpsi dalam bentuk tunggal (monolayer). Hal ini memungkinkan adsorpsi terjadi secara kimiawi karena secara normal bahan yang teradsorpsi membentuk lapisan diatas permukaan berupa molekul-molekul yang tidak dapat bergerak dengan bebas dari permukaan satu ke permukaan lainnya sehingga ikatan yang terjadi membentuk suatu lapisan adsorpsi tunggal pada permukaan adsorben (monolayer). (Salmariza,dkk,2013).

4.7.2 Mekanisme Adsorpsi Nikel dengan Metode Isotherm Langmuir dan Freundlich

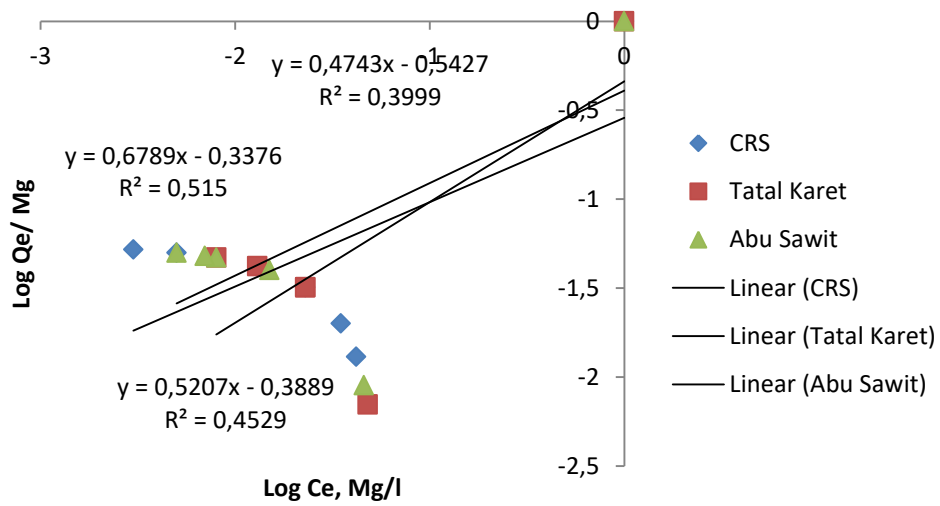
Tabel 4.6 Perhitungan Isotherm Langmuir Pada Adsorben *crumb rubber sludge*, total karet dan abu sawit terhadap Penyisihan Nikel

Adsorben	Waktu Kontak	Cin (mg/l)	Ce (mg/l)	Qe (mg/l)	Ce/Qe
	0		0		0
Crumb rubber Sludge	H ₃ PO ₄	0.055	0,003	0.052	0.058
	ZnCL ₂	0.055	0,035	0.020	1.750
	KOH	0.055	0,023	0.032	0.719
	NaOH	0.055	0,005	0.050	0.100
	Tanpa Aktivator	0.055	0,042	0.013	3.231
	0		0	0.000	0.000
Tatal Karet	H ₃ PO ₄	0.055	0,013	0.042	0.310
	ZnCL ₂	0.055	0,023	0.032	0.719
	KOH	0.055	0,023	0.032	0.719
	NaOH	0.055	0,008	0.047	0.170
	Tanpa Aktivator	0.055	0,048	0.007	6.857
	0		0	0.000	0.000
Abu Sawit	H ₃ PO ₄	0.055	0,008	0.047	0.170
	ZnCL ₂	0.055	0,015	0.040	0.375
	KOH	0.055	0,007	0.048	0.146
	NaOH	0.055	0,005	0.050	0.100
	Tanpa Aktivator	0.055	0,046	0.009	5.111

Sumber; Data Primer, 2021



Gambar 4.21 Isoterm Langmuir Nikel



Gambar 4.22 Isoterm Freundlich Nikel

Tabel 4.7 Konstanta Isotherm Langmuir Dan Freundlich Nikel

Jenis Adsorben	Model	Parameter	R ²
Crumb rubber sludge	Langmuir	Q _o	2.295
		b	1
		R _L	0.9582
	Freundlich	K _f	3.489
		n	2.108
Tatal Karet	Langmuir	Q _o	1.033
		b	0.50
		R _L	0.9731
	Freundlich	K _f	2.176
		n	1.473
Abu Sawit	Langmuir	Q _o	1.394
		b	0.47
		R _L	0.9748
	Freundlich	K _f	2.448
		n	1.920

Sumber; Data primer,2021

Dari tabel 4.7 terlihat bahwa grafik yang diperoleh adalah grafik linear. Untuk model Langmuir pada adsorben *crumb rubber sludge* didapat koefisien korelasi (R²) sebesar 0,3997 sedangkan untuk tatal karet didapat korelasi (R²) sebesar 0,464 dan abu sawit didapat korelasi (R²) sebesar 0,439. Untuk model freundlich, adsorben *crumb rubber sludge* didapat koefisien korelasi (R²) sebesar 0,400, sedangkan untuk tatal karet didapat korelasi (R²) sebesar 0,515, dan abu sawit didapat korelasi (R²) sebesar 0,453.

Berdasarkan koefisien korelasi (R²) yang diperoleh, model Freundlich lebih mendekati 1 dibandingkan dengan model Langmuir sehingga dapat disimpulkan hal ini memungkinkan adsorpsi ini bersifat heterogen dan tidak memprediksi setiap kejenuhan adsorben oleh adsorbat sehingga permukaan tak

terbatas dan diperkirakan proses adsorpsi adsorbat nikel terjadi secara beberapa lapis (multilayer) dipermukaan. (Salmariza,dkk,2013).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian tentang pengaruh aktivator asam Basa terhadap penyisihan Krom Dan Nikel dengan adsorben *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit adalah sebagai berikut :

1. Dari 4 aktivator yang digunakan yaitu H_3PO_4 , $ZnCl_2$, KOH dan NaOH dengan konsentrasi yang sama yaitu 0,1 M, didapat NaOH merupakan aktivator dengan efisiensi tertinggi untuk penyisihan Krom. Dimana adsorben *crumb rubber sludge* dan abu sawit mencapai kapasitas adsorpsi 8,942 mg/g dengan efisiensi 97%, lalu diikuti adsorben tatal karet yang mencapai kapasitas adsorpsi 7,502 mg/g dengan efisiensi 81%. Sedangkan untuk penyisihan nikel didapat H_3PO_4 merupakan aktivator yang paling baik, dimana adsorben *crumb rubber sludge* yang diaktivasi dengan H_3PO_4 mendapat efisiensi 95% dengan kapasitas adsorpsi 0,052 mg/g, tatal karet yang diaktivasi dengan NaOH mempunyai efisiensi 85% dengan kapasitas adsorpsi 0,047 mg/g, dan untuk adsorben abu sawit memiliki efisiensi 91% dengan kapasitas adsorpsi 0,05 mg/g.
2. Model mekanisme untuk adsorpsi dengan adsorben *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit terhadap penyisihan Krom mengikuti model isotherm Langmuir dan terjadi secara monolayer sedangkan model mekanisme untuk adsorpsi nikel mengikuti model freundlich dan terjadi secara multilayer.

5.2 Saran

Untuk peningkatan hasil pengujian penelitian selanjutnya tentang pengaruh aktivator asam basa terhadap penyisihan krom dan nikel dengan adsorben *crumb rubber sludge*, tatal karet dan abu sawit, maka perlu ditambahkan:

1. Penambahan variabel bebas seperti PH,
2. Penambahan referensi adsorben tentang tatal karet,
3. Penambahan perlakuan Filolisis atau Furnace sebelum melakukan penambahan aktivator.

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya, J., Sahu, J., Mohanty, C., Meikap. (2009). *Removal Of Lead (II) From Wastewater by Activated Carbon Developed From Tamarind Wood by Zinc Chloride Activated*. Chem, Eng. J.149 249.262.
- Adhani Roshihan dan Husaini. (2017). *Logam Berat Sekitar Manusia*. Lambung Mangkurat. University Press Pusat Pengelolaan Jurnal dan Penerbitan Ulnlam. Banjarmasin.
- Anggraini Ika, dan Yuliana eka. (2015). *Pembuatan Karbon Aktif Dari Limbah Tempurung Siwalan (*Borassus Flabellifer L.*) Dengan Menggunakan Aktivator Seng Klorida ($ZnCl_2$) Dan Natrium Karbonat (Na_2CO_3)*. Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Arief, Latar Muhammad., 2016. *Pengolahan Limbah Industri Dasar Pengetahuam dan Aplikasi ditempat Kerja*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Chasri Nurhayati, dkk. (2013). *Optimasi Pengolahan Limbah Cair Karet Remah Menggunakan Mikroalga Indigen dalam Menurunkan Kadar BOD, COD, TSS*. Universitas Sriwijaya., Palembang.
- Chasri Nurhayati, dan Nesi Susilawati. (2017). *Pengaruh Waktu Dekomposisi Lumpur Aktif Basah dari Unit Pengolahan Limbah Pabrik *Crumb Rubber* Pada Proses Pembuatan Pupuk Organik*. Balai Riset dan Standarisasi Industri. Palembang.
- Endriani, D. (2012). *Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Sawit Terhadap Daya Dukung dan Kuat Tekan Pada Tanah Lempung Ditinjau dari Uji UCT dan CBR Laboratorium*, Tesis Program Pasca Sarjana Fakultas Tekik. Medan; Universitas Sumatera Utara.
- Farandia R. Y., Monita Olivia., dan Lita Darmayanti. (2015). *Kinerja *Beton High Volume Palm Oil Fuel Ash (POFA)**. Jurnal Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau; Pekanbaru.
- Iskandar, Annisa. (2017). *Karakteristik Kimia Limbah Padat *Crumb Rubber* Setelah Pengomposan Di Pabrik PTPN VII Unit Padang*. Universitas Bengkulu
- Katry, (2014). *Uji Berbagai Dosis Kompos Limbah Tatal Karet Terhadap Pertumbuhan Bibit Karet (*Heavea brasiliensis*) Asal Okulasi*. Universitas Riau. Pekanbaru.

- Katry, (2014). Uji Berbagai Dosis Kompos Limbah Tatal Karet Terhadap Pertumbuhan Bibit Karet (*Heavea brasiliensis*) Asal Okulasi. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Kurniasari L, Riwayati I, Suwardiyono, (2012) Pektin Sebagai Alternatif dari Bahan Baku biosorben Logam Berat Momentum. Semarang
- M. Yusrin Ahnaf H. (2016). Alternatif Pemanfaatan Limbah Tatal Pabrik Pengolahan Karet Menjadi Asap Cair sebagai Penggumpal Bahan Olah Karet. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Mahmud Sudibandriyo, dan L Lydia. (2011). Karakteristik Luas Permukaan Karbon Aktif Dari Ampas Tebu Dengan Aktivasi Kimia. Jurnal Teknik Kimia Indonesia . Vol. 10 No. 3. Universitas Indonesia. Jakarta
- Marina Olivia, dan Netti Herlina. (2015). Pengaruh Penambahan Aktivator $ZnCl_2$, KOH, H_3PO_4 Dalam Pembuatan Karbon Aktif Dari Pelepah Aren (*Arenga Pinnata*). Jurnal Teknik Kimia. Vol. 4 No. 1. Universitas Sumatera Utara.
- Mutiara, V. I. dan Hakimi, R., 2012. Potensi Pemanfaatan Limbah *Crumb Rubber* Sebagai Biomassa Di Sumatera Barat. Simposium Nasional Ekonomi Karet, Fakultas Pertanian Universitas Jambi bekerjasama dengan Perhimpunan Ekonomi Pertanian Indonesia (PERHEPI).
- Nazalal Fitri. (2012). Uji Karakteristik Briket Tatal Karet dengan Parameter (Kadar karbon, Kadar air dan nilai kalor). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta. Penentuan Luas Permukaan Zeolit Menggunakan Metode Adsorpsi
- Nurhayati C, Andayani O. (2016). Pengaruh Lumpur Aktif Cair dari *Pabrik Crumb Rubber* Sebagai Dekomposer Pupuk Organik dari Kotoran Ayam dan Tandan Kosong Kelapa Sawit. Jurnal Dinamika. 7(1) : 19-29
- Perwitasari, dan Ayu Adi. (2008). Penentuan Luas Permukaan Zeolit Menggunakan Metode Adsorpsi Isotermis. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Prof. Dr. Sugiyono (2011). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. ALFABETA, cv. Bandung.
- Purwaningsih. (2009). Adsorpsi Multi Logam Ag(I), Pb(II), Cr (III), Dan Ni (II). Universitas Andalas. Padang.

- Resti Hariyani, dkk. (2013). Pemanfaatan Limbah Lumpur Industri *Crumb Rubber* Sebagai Adsorben Ion Cr (VI) Yang Diaktivasi Dengan H_3PO_4 . Jurnal Penelitian Ilmu Kimia. Vol. 2 No. 2, hal : 101. Universitas Negeri Padang.
- Salmariza. Sy (2012). Pemanfaatan Limbah Lumpur Proses *Activated Sludge* Industri Karet Remah Sebagai Adsorben. Jurnal Riset Industri, Volume IV (2). Hal 59-66. Baristand Industri Padang.
- Salmariza. Sy (2013). Pemanfaatan Limbah Cair Industri *Crumb Rubber* Sebagai Adsorben Ion Cr (VI) Yang Diaktivasi Dengan KOH. Jurnal Riset Industri, Volume IV (2). Universitas Negeri Padang
- Salmariza, Sy, dkk. (2016). Adsorpsi Ion Cr (VI) Menggunakan Adsorben dari Limbah Padat Lumpur Aktif Industri *Crumb Rubber*. Vol. 6 No.4 Hal : 135-145. Baristand Industri Padang.
- Saputra Bobby. (2008). Desain Sistem Adsorpsi Dan Adsorbat. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Setiaka, Juniawan., Dra Ita Ulfin, MSi., Nurul Widiastuti, Ph.D., (2011). Adsorpsi Ion Logam Cu (II) dalam Larutan Pada Abu Dasar Batubara Menggunakan Metode Kolom. Prosiding Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sembiring, M. dan Sinaga, T. (2016). Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya). Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Supratiningsi. (2014). Pemanfaatan Limbah Padat Industri Karet Remah (*Crumb Rubber*) Untuk Pembuatan Kompos. Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik. Yogyakarta.
- Tangchirapat, W., Saeting, Jaturapitakul, T.C., Kiattikomol, K., Siripanichgorn, A. (2006). *Use of waste ash from palm oil industry in concrete*. Thailand: Department Of Civil Engineering, King Mongkut's University Of Technology Thonburi, Bangmod, Tungkru, Bangkok.
- Tangchirapat, W., Saeting, Jaturapitakku, P.Chindaprasirt. (2009). *Use of Palm Oil Fuel Ash as a supplementary Cementitious Material For Producing High-Strength Concrete*. *Construction and Building Materials*, 23(7):2641-2646. *waste ash from palm oil industry in concrete*. Thailand: Department Of Civil Engineering, King Mongkut's University Of Technology Thonburi, Bangmod, Tungkru, Bangkok.
- Telaumbanua, J.P. (2017). Penggunaan Fly Ash dan Bottom Ash Boiler Pabrik Kelapa Sawit Sebagai Adsorben Untuk Mengadsorpsi Warna Pada Limbah

Cair Buatan. Skripsi. Teknik Lingkungan. Universitas Sumatera Utara, Medan.

Tutik, Dan M. Faizah. (2007). Karakteristik Karbon Aktif Dari Cangkang Buah Karet Menggunakan Aktivator H₃PO₄. Jurnal Distilasi . Vol. 2 No. 2. Universitas Muhammadiyah. Palembang

Yudhi Salman, dkk. (2015). Durabilitas Mortar Geopolimer Campuran Abu Terbang (Fa) dan Abu Sawit (POFA) di Lingkungan Gambut. Universitas Riau.

Yulia Asri, dan Rahardia. *Ionic Transformation Of Phosporic Acid In Aqueous Solution*. Universitas Negeri Padang.

LAMPIRAN

Jl. Slamet Riyadi, Broni – Jambi

HASIL PEMERIKSAAN KUALITAS AIR LIMBAH

Jenis Sampel : Air Limbah
 Sampel Dari : Limbah Industri Karet dan Kelapa sawit
 Judul Tugas Akhir : Pengaruh Aktivator Asam Basa Terhadap Penyerapan Krom Dan Nikel Dengan Adsorben Crumb Rubber Sludge, Tatal Karet Dan Abu Sawit
 Di Uji Oleh : Rita Apriani
 Diperiksa Oleh : Putra Anugrah, ST, MT

No	PARAMETER	SATUAN	Inlet	HASIL ANALISA					KADAR MAKSIMUM	METODA/ALAT	ACUAN
				A.1 (HPO ₄)	A.2 (ZnCl ₂)	A.3 (KOH)	A.4 (NaOH)	A.5 (Tanpa Aktivator)			
1	KIMIA	mg/L	0,055	0,003	0,035	0,023	0,005	0,042	6,0 mg/L	Spektrofotometri	SNI 06-6989.18-2009
2	KROM	mg/L	9,230	0,864	2,879	2,303	0,288	4,031	5,0 mg/L	Spektrofotometri	SNI 06-6989.17-2009
No	PARAMETER	SATUAN	Inlet	HASIL ANALISA					KADAR MAKSIMUM	METODA/ALAT	ACUAN
				B.1 (HPO ₄)	B.2 (ZnCl ₂)	B.3 (KOH)	B.4 (NaOH)	B.5 (Tanpa Aktivator)			
1	KIMIA	mg/L	0,055	0,013	0,023	0,023	0,008	0,048	6,0 mg/L	Spektrofotometri	SNI 06-6989.18-2009
2	KROM	mg/L	9,230	2,303	4,607	3,455	1,728	5,769	5,0 mg/L	Spektrofotometri	SNI 06-6989.17-2009
No	PARAMETER	SATUAN	Inlet	HASIL ANALISA					KADAR MAKSIMUM	METODA/ALAT	ACUAN
				C.1 (HPO ₄)	C.2 (ZnCl ₂)	C.3 (KOH)	C.4 (NaOH)	C.5 (Tanpa Aktivator)			
1	KIMIA	mg/L	0,055	0,008	0,015	0,007	0,005	0,042	6,0 mg/L	Spektrofotometri	SNI 06-6989.18-2009
2	KROM	mg/L	9,230	1,728	2,308	2,016	0,288	3,461	5,0 mg/L	Spektrofotometri	SNI 06-6989.17-2009

Keterangan :
 1. Sampel (inlet) = Air Limbah Artifisial
 A.1 - A.5 = Adsorben Crumb Rubber Sludge
 B.1 - B.5 = Adsorben Tatal Karet
 C.1 - C.5 = Adsorben Abu Sawit
 2. Sampel diterima di laboratorium Fakultas Teknik
 3. Hasil uji ini hanya berlaku untuk sampel yang dikirimkan

Jambi, 3 Januari 2022
 Laboran,

 Putra Anugrah, ST, MT

Tabel Rekapitulasi Hasil Adsorpsi Krom

Variasi Adsorben	Kode Sampel	Jenis Aktivator	Konsentrasi Awal (mg/l)	Konsentrasi Akhir (mg/l)	Efisiensi Penyisihan (%)	Kapasitas Adsorpsi x/m (mg/g)
Variasi I Crumb rubber sludge	A.1	H ₃ PO ₄	9,230	0,864	91%	8,366
	A.2	ZnCl ₂	9,230	2,879	69%	6,351
	A.3	KOH	9,230	2,303	75%	6,927
	A.4	NaOH	9,230	0,288	97%	8,942
	A.5	Tanpa Aktivator	9,230	4,031	56%	5,199
Variasi II Tatal Karet	B.1	H ₃ PO ₄	9,230	2,303	75%	6,927
	B.2	ZnCl ₂	9,230	4,607	51%	4,623
	B.3	KOH	9,230	3,455	63%	5,775
	B.4	NaOH	9,230	1,728	81%	7,502
	B.5	Tanpa Aktivator	9,230	5,769	38%	3,461
Variasi II Abu Sawit	C.1	H ₃ PO ₄	9,230	1,728	81%	7,502
	C.2	ZnCl ₂	9,230	2,308	75%	6,928
	C.3	KOH	9,230	2,016	78%	5,775
	C.4	NaOH	9,230	0,288	97%	8,942
	C.5	Tanpa Aktivator	9,230	3,461	63%	3,461

Sumber : Data primer,2021

Contoh Perhitungan

- a. Efisiensi Penyisihan Adsorben *Crumb rubber sludge*

$$E (\%) = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\%$$

$$E (\%) = \frac{9,230 \text{ mg/l} - 0,864 \text{ mg/l}}{9,230 \text{ mg/l}} \times 100\% = 75\%$$

E = Efisiensi Adsorpsi (%)

C_O = Konsentrasi *Influen* Adsorbat (mg/l)

C_e = Konsentrasi *Effluen* Adsorbat (mg/l)

- b. Kapasitas Adsorpsi Adsorben *Crumb Rubber Sludge*

$$Q_e = \frac{(C_o - C_e)}{m} v$$

$$Q_e = \frac{(9,230 \frac{mg}{l} - 0,864 mg/l)}{0.5 gr} \times 500 ml / 1000 ml = 8,366 ml/gr$$

Q_e = Kapasitas adsorpsi (mg/g)

v = Volume larutan (L)

m = Massa adsorben (gram)

C_o = Konsentrasi awal pencemar dalam larutan (mg/L)

C_e = Konsentrasi akhir pencemar dalam larutan (mg/L)

c. Perhitungan Regresi Linier (R²) Parameter Krom

x	y	x.y	\bar{x}	\bar{y}	x ²	y ²	(x - \bar{x})	(y - \bar{y})	(x - \bar{x}) ²	(y - \bar{y}) ²	(x - \bar{x}). (y - \bar{y})
0,864	0,103	0,0890	2,0730	0,3390	0,746496	0,0106	-1,209	-0,236	1,461681	0,055696	0,285324
2,879	0,453	1,3042	2,0730	0,3390	8,288641	0,2052	0,806	0,114	0,649636	0,012996	0,091884
2,303	0,332	0,7646	2,0730	0,3390	5,303809	0,1102	0,23	-0,007	0,0529	4,9E-05	-0,00161
0,288	0,032	0,009216	2,0730	0,3390	0,082944	0,0010	-1,785000	-0,30700000	3,186225	0,094249	0,547995
4,031	0,775	3,124025	2,0730	0,3390	16,24896	0,6006	1,958000	0,43600000	3,833764	0,190096	0,853688
10,365	1,695	5,2910	2,0730	0,3390	107,4332	2,8730	8,292000	1,3560000	68,757264	1,838736	11,243952

Model Regresi Linier

$$\bar{y} = a + b \cdot \bar{x}$$

$$b = \frac{n \sum x \cdot y - \sum x \cdot \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} = \frac{5 \times 0,0890 - 2,0730 \times 5,2910}{5 \times 107,4332 - (10,365)^2} = 0,0715 \text{ (Intersept)}$$

$$y = a + b \cdot \bar{x}$$

$$a = \bar{y} - b \cdot \bar{x} = 1,1716 - (0,0715 \times 2,0730) = 0,1012 \text{ (Slope)}$$

$$R^2 = \frac{n \sum (x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum (y - \bar{y})^2}} = \frac{0,0876}{\sqrt{6,6664} \cdot \sqrt{0,0673}} = 0,3992$$



YAYASAN PENDIDIKAN JAMBI
Universitas Batanghari
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Letkol Slamet Riyadi Broni - Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280 Website www.unbari.ac.id

SURAT KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI
NOMOR : 087 TAHUN 2021

T E N T A N G
PENUNJUKKAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN PROGRAM STRATA SATU (S-1)
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI :

- MEMBACA : Usulan Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Tentang Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
- MENIMBANG : a. Bahwa untuk melengkapi syarat-syarat yang diperlukan guna menyelesaikan studi Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Unbari perlu diselenggarakan Tugas Akhir Mahasiswa.
b. Bahwa mahasiswa yang namanya tercantum pada lampiran keputusan ini telah memenuhi syarat dan berhak untuk melaksanakan Tugas Akhir
c. Bahwa Staf Pengajar yang namanya tercantum pada lampiran keputusan ini dianggap mampu dan memenuhi syarat untuk ditunjuk sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari
d. Bahwa untuk pelaksanaan Tugas Akhir Mahasiswa dimaksud perlu dibuat Keputusan Dekan.
- MENINGAT : 1. Undang Undang Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Nasional.
2. Undang Undang Nomor 14 Tahun 2005 Tentang Guru dan Dosen
3. Peraturan Pemerintah Nomor 04 Tahun 2014 Tentang Pendidikan Tinggi
4. Peraturan Akademik Universitas Batanghari Tahun 2018
5. Surat Keputusan Rektor Nomor 45 Tahun 2018 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Pejabat wakil Rektor, Dekan, Kepala Biro, Pustaka, Lembaga dan Badan dilingkungan Universitas Batanghari.
- MEMUTUSKAN
- MENETAPKAN :
- Pertama : Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan Program Strata Satu (S-1) yang nama dan NPM nya tercantum pada kolom (2) untuk melaksanakan Tugas Akhir dengan Judul seperti pada kolom (3) Lampiran Keputusan ini dan berhak untuk mendapat bimbingan Tugas Akhir
- Kedua : Menunjuk Staf Pengajar yang namanya tercantum pada kolom (4) menjadi Dosen Pembimbing I dan kolom (5) menjadi Dosen Pembimbing II mahasiswa dalam melaksanakan Tugas Akhir.
- Ketiga : Dosen Pembimbing bertugas memberi petunjuk dan arahan kepada mahasiswa dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
- Keempat : Dosen pembimbing bertanggung jawab kepada Dekan melalui Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Unbari.
- Kelima : Program Studi agar menyelenggarakan seminar proposal Tugas Akhir bersangkutan agar judul, tujuan, ruang lingkup, dan metode penelitian Tugas Akhir mahasiswa benar dari kaidah-kaidah ilmiah.
- Kenam : Masa berlaku Surat Keputusan ini adalah 6 (enam) bulan dan setelahnya dapat diperpanjang maksimal dua (2) kali atau diganti dengan pembimbing lain
- Ketujuh : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dan apabila dikemudian hari terdapat kekeliruan akan diadakan perbaikan sebagaimana mestinya.

DITETAPKAN DI JAMBI
PADA TANGGAL 9 JULI 2021

Dekan,

Dr. Ir. H. Fakhru Ropi Yamali, ME

Tembusan Disampaikan kepada :-

1. Yth. Rektor Universitas Batanghari
2. Yth. Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Unbari
3. Yth. Dosen Pembimbing yang bersangkutan
4. Mahasiswa yang bersangkutan

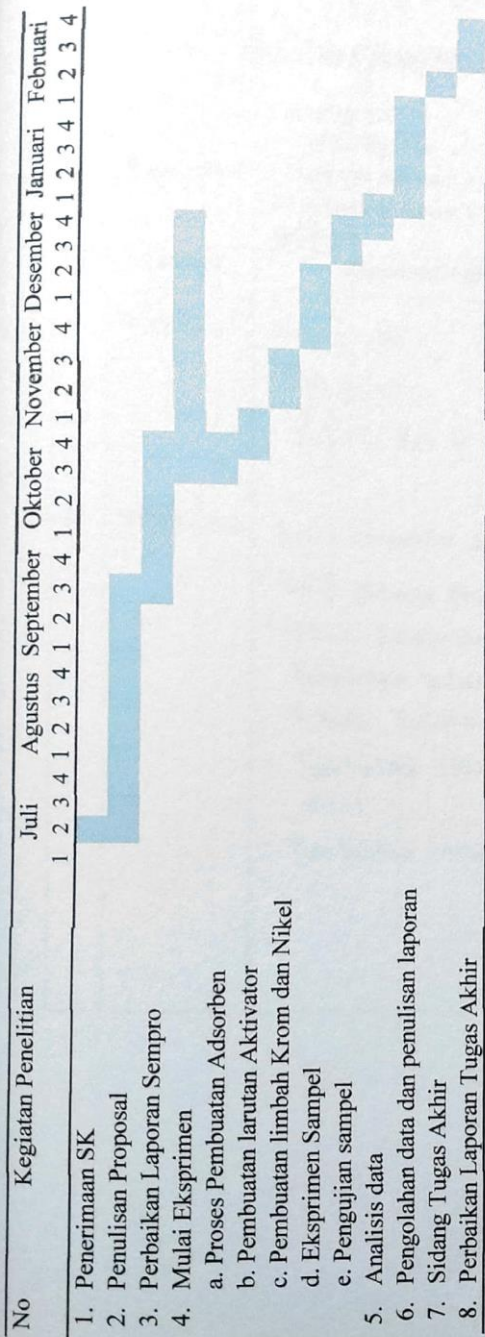
AMPIRAN : SK DEKAN NOMOR : 087 TAHUN 2021 TENTANG PENUNJUKKAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN PROGRAM STRATA SATU (S-1) FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI.

NAMA NPM (2)	JUDUL TUGAS AKHIR (3)	DOSEN PEMBIMBING I (4)	DOSEN PEMBIMBING II (5)
RITA APRILIA P 1700825201044	"PENGARUH AKTIVATOR ASAM BASA TERHADAP PENYISIHAN Cr DAN Ni DENGAN ADSORBEN CRS, TATAL KARET DAN ABU SAWIT"	MONIK KASMAN, ST, M. Eng. Sc	PEPPY HERAWATI, ST, MT

DITETAPKAN DI JAMBI
PADA TANGGAL 9 JULI 2021
Dekan.


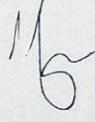


Dr. Ir. H. Fakhri Rozi Yamali, ME



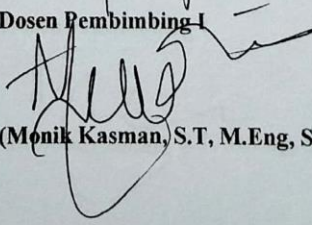
HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Rita Apriani P
NPM : 1700825201044
Judul Tugas Akhir : Pengaruh aktivator asam basa terhadap penyisihan Cr dan Ni dengan adsorben Crumb Rubber Sludge, tatal karet dan abu sawit

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
1.	13/07/2021	- Bab I ok - Bab II ok - Perbaiki Bab III	
2.	28/07/2021	- Bab I tambahkan Peneliti terdahulu - Bab III Perbaiki jenis penelitian - Perbaiki Sumber data - Tambahkan redaksi diagram alir - Perbaiki Variabel penelitian - Tambahkan SNI acuan krom dan nikel - Tambahkan metode SSA	

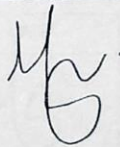
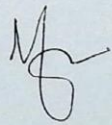
Jambi, 17, September 2021

Dosen Pembimbing I


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

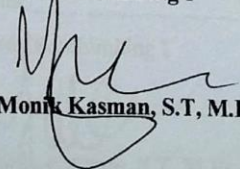
HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Rita Apriani P
NPM : 1700825201044
Judul Tugas Akhir : Pengaruh aktivator asam basa terhadap penyisihan Cr dan Ni dengan adsorben Crumb Rubber Sludge, tatal karet dan abu sawit

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
3.	04-09-21	Bab III Kotekan: 1. perbaikan jenis penelitian 2. wkt & tempat 3. Variabel 4. Dhyg elusponans	
4.	08-09-2021	Acc proposal	
5.	21 Oktober 2021	Acc Jilid Proposal	

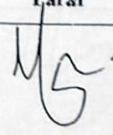
Jambi, 08 September 2021

Dosen Pembimbing I


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

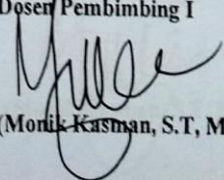
HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Rita Apriani P
NPM : 1700825201044
Judul Tugas Akhir : Pengaruh aktivator asam basa terhadap penyisihan Cr dan Ni dengan adsorben Crumb Rubber Sludge, tatal karet dan abu sawit

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
1.	08 oktober 2021	Bab I, tinjauan pustaka + sistematika + figure Bab II. Tambah kuantitas dan nikel. Bab III. Diagram alir, variasi parameter, detektasi 0,1 M.	

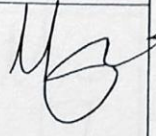
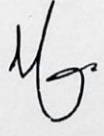
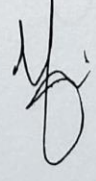
Jambi, _____ 2021

Dosen Pembimbing I


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

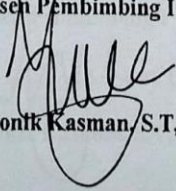
HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Rita Apriani P
 NPM : 1700825201044
 Judul Tugas Akhir : Pengaruh aktivator asam basa terhadap penyisihan Cr dan Ni dengan adsorben Crumb Rubber Sludge, tatal karet dan abu sawit

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	12/10-21	I - III → de ke p II	
	28/12/21	Bde IV - Perbaikan ab bde, Sub-ab bde, grafik, tabel - tidak ada	
	3/1-21	Bde IV tambah kategori v/ penyusunan + abstrak 1st item + Bde V	

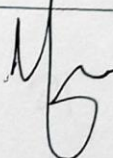
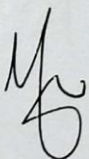
Jambi, _____, _____ 2021

Dosen Pembimbing I


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

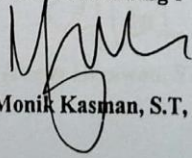
HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Rita Apriani P
NPM : 1700825201044
Judul Tugas Akhir : Pengaruh aktivator asam basa terhadap penyisihan Cr dan Ni dengan adsorben Crumb Rubber Sludge, tatal karet dan abu sawit

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	11/01/2021	- Perbaiki grafik menjadi diagram batang - Perbaiki mekanisme Isotherm freundlich nikel - Perbaiki kesimpulan e Saran - lanjut ke pembimbing kes2	
	07/02/2022	Acc selay	
	05/03/2022	OK Pembimbing II	
	14/03/2022	ACC Jilid	




Jambi, _____, _____ 2021

Dosen Pembimbing I


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

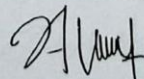
HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Rita Apriani P.
NPM : 1700825201044
Judul Tugas Akhir : Pengaruh aktivator asam basa terhadap penyisihan Cr dan Ni dengan adsorben Crumb Rubber Sludge, tatal karet dan abu sawit

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
1.	06/08/21	Bab I - Perdalam aktiiasi di latar belakang - Tambahkan penelifti terdahulu - Sinkronkan kalimat antar paragraf	
2.	12/08/2021	Bab I - Hilangkan kalimat yang berulang - Perbaiki susunan kalimat - Tambahkan adsorben lebih disambungkan ke kalimat berikutnya	
3.	25/08/2021	Bab I - Pindahkan kalimat tentang aktiivasi ke paragraf atas - Sinkronkan susunan tujuannya	

Jambi, 14 September 2021



Dosen Pembimbing II



(Peepy Herawati, ST.M,Si)

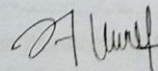
HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Rita Apriani P.
NPM : 1700825201044
Judul Tugas Akhir : Pengaruh aktivator asam basa terhadap penyisihan Cr dan Ni dengan adsorben Crumb Rubber Sludge, tatal karet dan abu sawit

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
4.	14/09/2021	- Bab I ok - Bab II ok - Bab III ok - Acc diseminarkan	
5.	25/10/2021	Acc filed Sempro	

Jambi, 14, September 2021

Dosen Pembimbing II



(Peepy Herawati, ST.M,Si)

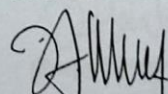
HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Rita Apriani P.
NPM : 1700825201044
Judul Tugas Akhir : Pengaruh aktivator asam basa terhadap penyisihan Cr dan Ni dengan adsorben Crumb Rubber Sludge, tatal karet dan abu sawit

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
1.	19 October 2021	- Perbaiki Jenis Penelitian - Perbaiki Redaksi Sumber data - Perbaiki Penulisan Kode Sampel	A.
2.	21 Okt 2021	Revisi Bab III.	A
3.	21 Januari 2022	- Perbaiki Redaksional bab IV - Perbaiki posisi gambar - Perbanyak referensi - Perbaiki tabel - lanjut bab V	A
	24 Januari 2022	- Perbaiki Pengulangan kalimat - Perbaiki Saran	A

Jambi, _____, _____ 2021

Dosen Pembimbing II


(Peppy Herawati, ST.M,SI)

LAMPIRAN GAMBAR



Gambar.1 Crumb rubber sludge



Gambar.2 Tatal Karet



Gambar.3 Abu Sawit



Gambar.4 Pengambilan Abu sawit



Gambar.5 Pencucian Adsorben



Gambar.6 Penjemuran Adsorben



Gambar.7 Pengeringan adsorben



Gambar.8 Penghalusan tatal karet



Gambar.9 Crumb rubber siap digunakan



Gambar.10 Tatal karet dan abu sawit



Gambar.11 Penimbangan adsorben



Gambar.12 Adsorben siap digunakan



Gambar. 13 Aktivator yang digunakan



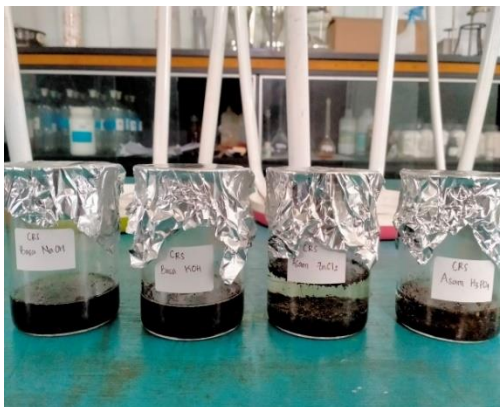
Gambar.14 Penimbangan zat



Gambar.15 pembuatan asam basa



Gambar.16 Adsorben yang diaktivasi



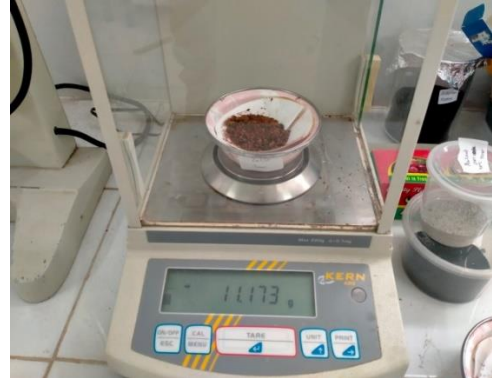
Gambar.17 Rendaman Aktivator



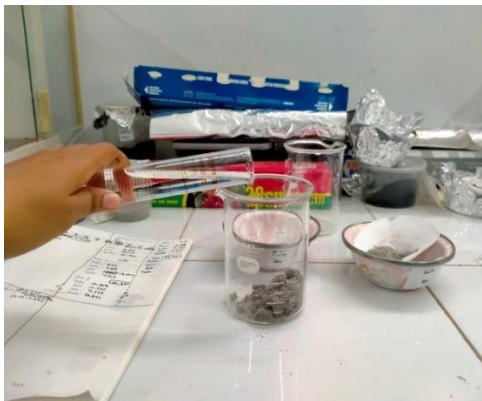
Gambar.18 Penyaringan adsorben



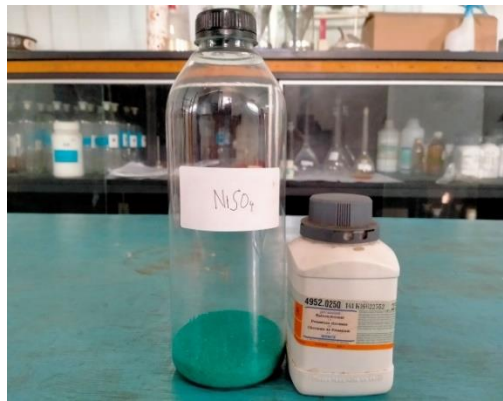
Gambar.19 Pengovenan adsorben



Gambar.20 Penimbangan hingga konstan



Gambar.20 Pencucian dengan aquades



Gambar.21 Senyawa NiSO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$



Gambar. 22 Penimbangan NiSO_4



Gambar.23 Pembuatan limbah artifisial



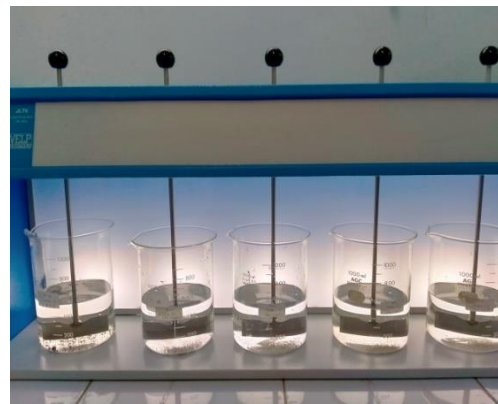
Gambar.24 Penimbangan adsorben



Gambar.25 Limbah artifisial tanpa aktivator



Gambar.26 Limbah artifisial & adsorben



Gambar.30 Pengadukan jartest



Gambar.31 Hasil adsorpsi yang akan dianalisis