

**KARAKTERISASI ADSORBEN KOMPOSIT POLIVINIL
ALKOHOL/ZEOLIT/KARBON AKTIF UNTUK DEHIDRASI
BIOETANOL**

**DI PUSAT PENELITIAN KIMIA
LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
(Januari – September 2020)**

TUGAS AKHIR

**Oleh
MUTIARA LARASHATY
NIM: 1516058**



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
2020**

**KARAKTERISASI ADSORBEN KOMPOSIT POLIVINIL
ALKOHOL/ZEOLIT/KARBON AKTIF UNTUK DEHIDRASI
BIOETANOL**

**DI PUSAT PENELITIAN KIMIA
LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
(Januari – September 2020)**

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Bidang Teknik dari
Politeknik STMI Jakarta**

Oleh
MUTIARA LARASATI
NIM: 1516058

DATA BUKU PERPUSTAKAAN	
Tgl Terima	10/10/22
No Induk Buku	890/TIP/SB/TA/22



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
2020**

SUMBANGAN ALUMNI

ABSTRAK

KARAKTERISASI ADSORBEN KOMPOSIT POLIVINIL ALKOHOL/ZEOLIT/KARBON AKTIF UNTUK DEHIDRASI BIOETANOL

Oleh

Mutiara Larashaty

NIM: 1516058

(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Bioetanol merupakan bahan bakar alternatif yang bersifat ramah lingkungan. Berbagai teknologi digunakan untuk menghasilkan bioetanol dengan kadar yang sesuai untuk bahan bakar ($\geq 99,5\%$), salah satunya adalah dengan proses adsorpsi. Adsorpsi merupakan suatu proses pemisahan komponen dari suatu fase fluida berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorben). Beberapa adsorben yang biasa digunakan untuk adsorpsi, seperti karbon aktif, zeolit alam, zeolit sintetis 4A dan membran silika. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakterisasi dari adsorben komposit PVA/Zeo/KA sebagai pengembangan dari adsorben komposit. Penelitian ini menggunakan modifikasi adsorben, yaitu adsorben komposit berasal dari penggabungan polivinil alkohol (PVA), zeolit (Zeo), dan karbon aktif (KA). Pada adsorben komposit dibuat beberapa variasi rasio massa pada zeolit, seperti PVA:Zeo:KA = 1:1:1, 1:0,75:1, 1:0,5:1, 1:0,25:1, dan 1:0:1. Dari hasil karakterisasi FTIR menghasilkan gugus fungsi, seperti ikatan OH, C-H, C-O, C=O dan C=C. Hasil uji bilangan hidroksil zeolit memiliki nilai tertinggi sebesar 1380,8532 mg KOH/g zeolit. Hasil uji bilangan iodin PVA dan karbon aktif memiliki nilai tertinggi sebesar 1459,8843 mg iodin/g PVA dan 1409,7402 mg iodin/g karbon aktif.

Kata kunci: adsorben, polivinil alkohol, zeolit, karbon aktif, FTIR, bilangan iodin, bilangan hidroksil.

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

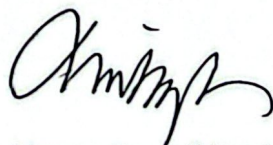
KARAKTERISASI ADSORBEN KOMPOSIT POLIVINIL ALKOHOL/ZEOLIT/KARBON AKTIF UNTUK DEHIDRASI BIOETANOL

Mutiara Larashaty
NIM : 1516058
(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, September 2020

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Lintong Sopandi Hutahaean, MSc
NIP.195803221986031002

Dosen Pembimbing II



Ir. Untung Prayudie, MTA
NIP. 196102081991031001

Menyetujui,
Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer



Fitria Ika Aryanti, ST., M.Eng
NIP. 198505112014022001

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

**KARAKTERISASI ADSORBEN KOMPOSIT POLIVINIL
ALKOHOL/ZEOLIT/KARBON AKTIF UNTUK DEHIDRASI
BIOETANOL**

Mutiara Larashaty
NIM : 1516058
(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, November 2020

Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Joddy Arya Laksmono, ST, MT.
NIP. 1977042220001210001

**HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SEMINAR TUGAS
AKHIR**

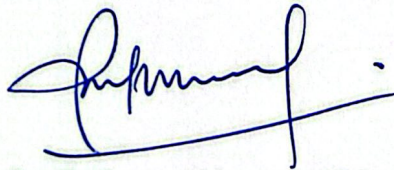
**KARAKTERISASI ADSORBEN KOMPOSIT POLIVINIL
ALKOHOL/ZEOLIT/KARBON AKTIF UNTUK DEHIDRASI
BIOETANOL**

Mutiara Larashaty
NIM : 1516058
(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, September 2020

Penguji I



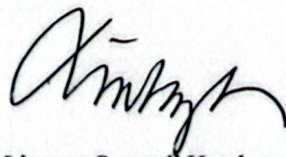
Ir. Parulian Leonard Marpaung, MM
NIP. 195702141985031002

Penguji II



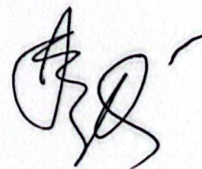
Reviana Inda Dwi Suyatmo, ST, M.Eng
NIP. 198911202018012001

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Lintong Sopandi Hutahaean, MSc
NIP.195803221986031002

Dosen Pembimbing II



Ir. Untung Prayudie, MTA
NIP. 196102081991031001

**HALAMAN PENGESAHAN DARI TIM PENGUJI SIDANG
TUGAS AKHIR**

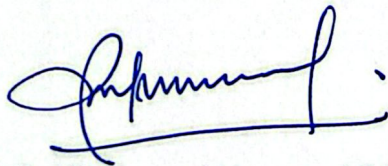
**KARAKTERISASI ADSORBEN KOMPOSIT POLIVINIL
ALKOHOL/ZEOLIT/KARBON AKTIF UNTUK DEHIDRASI
BIOETANOL**

Mutiara Larashaty
NIM : 1516058
(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta


Jakarta, Oktober 2020

Penguji I



Ir. Parulian Leonard Marpaung, MM
NIP. 195702141985031002

Penguji II



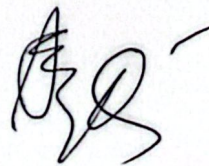
Fitria Ika Aryanti, ST., M.Eng
NIP. 198505112014022001

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Lintong Sopandi Hutahaean, MSc
NIP.195803221986031002

Dosen Pembimbing II



Ir. Untung Prayudie, MTA
NIP. 196102081991031001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta,
Kementerian Perindustrian Republik Indonesia:

Nama : Mutiara Larashaty
NIM : 1516058
Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir yang saya buat dengan judul
“Karakterisasi Adsorben Komposit Polivinil Alkohol/Zeolit/Karbon Aktif untuk
Dehidrasi Bioetanol”

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan *literature* hasil kuliah, *survey* lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku - buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada tugas akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada tugas akhir ini.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti apa yang diatas, maka tugas akhir saya ini dibatalkan.

Jakarta, November 2020



Mutiara Larashaty

KATA PENGANTAR

Puji syukur Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Karakterisasi Adsorben Komposit Polivinil Alkohol/Zeolit/Karbon Aktif untuk Dehidrasi Bioetanol”. Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat akademik Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta.

Penyusun menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini sangatlah sulit bagi penyusun untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga besar penyusun, yang selalu mendoakan dan mendukung.
2. Bapak Dr. Mustofa, S.T., M.T., selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta.
3. Ibu Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta.
4. Ibu Ella Melyna S.T, M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta.
5. Bapak Dr. Ir. Lintong Sopandi Hutahaean, MSc. selaku dosen pembimbing penelitian di Politeknik STMI Jakarta.
6. Bapak Ir. Untung Prayudie, MTA., selaku asisten dosen pembimbing penelitian di Politeknik STMI Jakarta.
7. Bapak Dr. Joddy Arya Laksmono, ST, MT, selaku pembimbing tugas akhir di Laboratorium, LIPI Kimia, Serpong.
8. Ibu Hadidjah, selaku asisten pembimbing tugas akhir di Laboratorium, LIPI Kimia, Serpong.
9. Teman – teman Teknik Kimia Polimer 2016, khususnya TK02 2016.

Akhir kata, penyusun berharap semoga kebaikan semua pihak yang telah membantu penyelesaian tugas akhir ini akan dibalas oleh Allah SWT. Semoga Tugas akhir yang telah dibuat ini dapat bermanfaat untuk memberikan informasi bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, September 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SEMINAR TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN PENGESAHAN DARI TIM PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR. v	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xiv
Bab I Pendahuluan.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Batasan Masalah	3
I.4 Tujuan Penelitian	4
I.5 Manfaat Penelitian	4
Bab II Tinjauan Pustaka.....	5
II.1 Bioetanol	5
II.2 Adsorpsi	7
II.3 Adsorben	9
II.4 Polivinil Alkohol (PVA)	10
II.5 Karbon Aktif.....	11
II.6 Zeolit	13
II.7 <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....	14
II.8 Uji Bilangan Hidroksil	16
II.9 Uji Bilangan Iodin	17
Bab III Metode.....	19
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian	19
III.2 Alat dan Bahan	19
III.2.1 Alat	19
III.2.2 Bahan.....	19
III.3 Variabel	20
III.3.1 Variabel Tetap.....	20
III.3.2 Variabel Bebas	20
III.4 Prosedur Penelitian	20
III.4.1 Proses Pembuatan Adsorben komposit	21
III.5 Karakterisasi Sampel.....	22
Bab IV Hasil dan Pembahasan	24
IV.1 Karakterisasi Gugus Fungsi Adsorben.....	24
IV.2 Uji Bilangan Iodin dan Uji Bilangan Hidroksil.....	27

Bab V Penutup.....	31
V.1 Kesimpulan.....	31
V.2 Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Lembar Keterangan Permohonan Tugas Akhir	36
Lampiran B	Lembar Surat Tugas.....	37
Lampiran C	Lembar Perhitungan Massa PVA, Zeolit, dan Karbon Aktif yang digunakan dalam pembuatan adsorben komposit	39
Lampiran D	Lembar Prosedur Uji Bilangan Iodin dan Uji Bilangan Hidroksil	40
Lampiran E	Lembar Perhitungan Uji Bilangan Iodin dan Uji Bilangan Hidroksil	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1	(a) Grafik azeotrop, (b) Diagram y-x uap-cair etanol-air	6
Gambar II. 2	(a) Polivinil alkohol, (b) Rumus molekul PVA	11
Gambar II. 3	Jenis ukuran karbon aktif (a) karbon aktif bentuk granular, (b) karbon aktif bentuk serbuk.....	13
Gambar II. 4	Zeolit.....	14
Gambar III. 1	Prosedur penelitian.....	23
Gambar IV. 1	Ringkasan hasil karakterisasi FTIR PVA:zeolit:karbon aktif dengan perbandingan 5 variasi rasio	24
Gambar IV. 2	Bilangan iodin pada berbagai variasi komposisi PVA:Zeo:KA.	28
Gambar IV. 3	Nilai qm vs bilangan (a) iodin dan (b) hidroksil	29

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1	Ringkasan hasil karakterisasi	8
Tabel II. 2	Bilangan iodin dan nilai qm	8
Tabel II. 3	Jenis dan komposisi senyawa pada karbon aktif	12
Tabel II. 4	Daerah spektrum inframerah	15
Tabel II. 5	Gugus spektrum inframerah	15
Tabel III. 1	Perbandingan variasi rasio massa adsorben komposit.....	20
Tabel IV. 1	Bilangan gelombang adsorben komposit PVA:Zeo:KA	25
Tabel IV. 2	Bilangan hidroksil dari PVA, zeolit, dan karbon aktif	27
Tabel IV. 3	Bilangan iodin dari PVA, zeolit, dan karbon aktif.....	27
Tabel IV. 5	Bilangan iodin dan bilangan hidroksil hasil perhitungan berdasarkan rasio massa	30

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
BET	<i>Brunauer–Emmett–Teller</i>	9
FGE	<i>Fuel Grade Ethanol</i>	5
FTIR	<i>Fourier Transform Infrared</i>	14
HCl	<i>hydrogen chloride</i> / asam klorida	40
HV	<i>Hidroksil value</i> / nilai hidroksil	9
KA	Karbon Aktif	i
KI	Kalium Iodida	40
KIO3	Kalium Iodat	40
NaOH	Natrium Hidroksida	42
pp	<i>Phenolphthalein</i>	42
PVA	Polivinil Alkohol	i
SEM	<i>Scanning Electron Microscopy</i>	9
qm	Kapasitas adsorpsi	9
Zeo	Zeolit	i
LAMBANG		
$\frac{x}{M}$	Jumlah adsorbat yang diserap, mg/g	18
A	Volume KOH yang dibutuhkan untuk titrasi sampel, ml	18
Å	<i>Angstrom</i>	1
B	Volume KOH yang dibutuhkan untuk titrasi blanko, ml	16
DF	<i>Dilution factor</i> /faktor pengencer	18
F	Filtrat, ml	18
H	HCl 5% yang digunakan, ml	18
I	Iodin, ml	18
M	Sampel yang digunakan, g	18
N	Normalitas Larutan KOH, N	16
N1	Iodin, N	17
N2	<i>Sodium thiosulfate</i> , N	17
S	Volume <i>sodium thiosulfate</i> , ml	18
W	Berat Sampel, g	16

I.1 Latar Belakang

Dewasa ini konsumsi minyak bumi untuk bahan bakar terus-menerus meningkat. Indonesia berusaha mengurangi ketergantungan pada minyak bumi sebagai sumber energi karena harga minyak yang tinggi dan kurang ramah lingkungan (Setianto, 2016). Pemerintah telah melakukan upaya beralih dengan penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar alternatif, agar ramah lingkungan (Senam, 2009).

Bioetanol yang dimanfaatkan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor memiliki syarat yaitu kadar kemurnian $\geq 99,5\%$, karena jika berkadar $\leq 90\%$, mesin tidak dapat menyala bahkan dapat menimbulkan kerusakan alat karena kandungan airnya terlampaui tinggi (Priyanka, 2013). Bioetanol dapat diproduksi secara komersial melalui proses distilasi sederhana. Pada proses distilasi sederhana, terdapat titik azeotrop yang sulit dicapai menjadi etanol murni (99,5%) (Taufany dkk., 2015).

Selain itu, proses yang sering digunakan dalam pengolahan bioetanol dengan menggunakan dehidrasi adsorpsi. Dehidrasi adsorpsi dilakukan dengan dua cara yaitu, secara kimia dan fisika. Dehidrasi adsorpsi secara kimia dapat dilakukan dengan menggunakan *calcium chloride*, *metal hydride*, dan *complex salts*, sedangkan dehidrasi adsorpsi secara fisika dapat dilakukan dengan menggunakan zeolit, *silica gel*, dan karbon aktif (Susilo dkk., 2018). Dehidrasi adsorpsi etanol secara kimia kurang efisien dibandingkan secara fisika maka pengembangan teknik dehidrasi adsorpsi etanol secara fisika terus dikembangkan.

Dari beberapa bahan adsorben tersebut zeolit dan karbon aktif sering digunakan dalam proses penyerapan air karena diketahui memiliki kemampuan dalam adsorpsi dan pertukaran ion (Masduqi dan Assomadi, 2012). Zeolit memiliki diameter pori sebesar 3,9 Å, sedangkan air dan etanol masing-masing memiliki diameter molekul 2,75 Å dan 4,4 Å dan oleh karenanya bersifat selektif terhadap campuran etanol-air (Handrian, dkk., 2017). Menurut Pari dalam Saleh dkk. (2017), karbon aktif mampu mengadsorpsi anion, kation dan molekul dalam bentuk senyawa organik dan anorganik, baik sebagai larutan maupun gas serta mempunyai sifat penyerapan yang selektif, yaitu lebih menyukai bahan-bahan non-polar dari pada bahan polar.

Dengan sifat inilah maka karbon aktif dapat menyerap air dalam campuran etanol-air yang bersifat polar.

Penelitian tentang dehidrasi khususnya dehidrasi etanol sudah banyak dilakukan, antara lain adalah pemisahan campuran etanol-air dengan membran silika pada pervaporasi. Pemisahan etanol air juga dikembangkan dengan bahan karbon aktif dan alumina aktif pada kondisi non-polar dimana kondisi ini dianggap paling efektif untuk pemisahan etanol-air (Wirawan, 2019).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Laksmono dkk., (2017), mengenai pengembangan polivinil alkohol, zeolit, dan karbon aktif sebagai adsorben telah menyimpulkan bahwa masing-masing dari bahan tersebut telah memenuhi karakteristik dan potensi untuk digunakan sebagai adsorben, hal ini dibuktikan dengan menguji karakteristik dan adanya pembentukan pori serta ikatan kimia, seperti ikatan hidrogen yang membentuk komposit. Dari hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa ketiga bahan adsorben komposit memiliki sifat yang sesuai dari masing-masing adsorben, seperti 1) polivinil alkohol (PVA), memiliki gugus hidroksil yang lebih tinggi dalam struktur molekul; 2) zeolit (Zeo), terdapat kerangka tetrahedral aluminosilikat yang menyediakan rongga untuk ditempati oleh kation dan molekul air; dan 3) karbon aktif (KA), memiliki susunan acak mikrokristalin. Karena adanya ikatan silang yang kuat antara bahan satu dengan yang lain, kemudian terbentuk struktur pori yang baik dan terjadi penyerapan molekul air sehingga proses adsorpsi menjadi lebih baik.

Setelah melakukan penelitian mengenai pengembangan polivinil alkohol, zeolit, dan karbon aktif sebagai adsorben, Laksmono dkk., kembali melakukan penelitian pada tahun 2019, mengenai komposit PVA/Zeo/KA terstruktur disiapkan menggunakan teknik ekstraksi cairan *supercritical* sebagai adsorben untuk dehidrasi bioetanol. Metode dengan menggabungkan ketiga bahan adsorben menjadi adsorben komposit dengan lima variasi rasio massa PVA:Zeo:KA yaitu 1:1:1, 1:1:0,75, 1:1:0,50, 1:1:0,25, 1:1:0 serta dengan menambahkan *glutaraldehyde* untuk proses *crosslinking*. Sedikit berbeda dengan penelitian yang akan dilakukan, penelitian Laksmono dkk., 2019 menggunakan variasi rasio massa pada karbon aktif, yaitu 1; 0,75; 0,50; 0,25; dan 0, sedangkan penelitian yang akan

dilakukan dengan memvariasikan rasio massa zeolit. Tujuan dari penelitian Laksmo dkk., 2019 ini adalah untuk mengembangkan PVA/Zeo/KA sebagai bahan adsorben komposit yang memiliki sifat fisiokimia yang baik untuk dehidrasi bioetanol. Hasil dari penelitian tersebut, yaitu mengungkapkan bahwa komposisi PVA/Zeo/KA dengan rasio massa 1:1:1 merupakan variasi yang optimal untuk proses adsorpsi.

Dari dua penelitian yang disebutkan, keduanya menggunakan FTIR untuk karakterisasi dengan hasil adanya puncak pembentukan ikatan silang antara PVA, gugus aldehida, KA, dan Zeo untuk membuat komposit melalui mekanisme ikatan hidrogen. Sampel memiliki gugus OH, yang berarti adsorben komposit mampu menyerap air. Keberadaan gugus OH ditegaskan dengan uji bilangan hidroksil dengan hasil PVA sebesar 893,23 mg KOH/g PVA, tertinggi dibandingkan dengan zeolit (100 mg KOH/g zeolit) dan karbon aktif (156,06 mg KOH/g karbon aktif). Selain itu, PVA yang digunakan memiliki tingkat terhidrolisis lebih tinggi dan dapat meningkatkan daya rekat pada permukaan hidrofilik. Selain menggunakan FTIR dan uji bilangan hidroksil, terdapat uji bilangan iodin. Hasil uji bilangan iodin karbon sebesar 2209,67 mg iodin/g karbon aktif, sehingga membuktikan bahwa polivinil alkohol, zeolit, dan karbon aktif dapat memiliki daya serap yang besar jika dijadikan adsorben komposit.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, permasalahan yang diangkat pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana hasil karakterisasi gugus fungsi dari adsorben komposit PVA/Zeo/KA?
2. Bagaimana hasil uji bilangan iodin dan uji bilangan hidroksil dari masing-masing adsorben?

I.3 Batasan Masalah

Batasan masalah untuk penelitian ini adalah:

1. Bahan baku adsorben komposit merupakan PVA, Zeo dan KA,
2. *Glutaral-dehyde* sebagai *crosslinker*,

I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang hendak dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Mengetahui hasil karakterisasi dari adsorben komposit PVA/Zeo/KA dengan menggunakan FTIR.
2. Mengetahui hasil uji bilangan hidroksil dan uji bilangan iodin dari PVA, zeloit, dan karbon aktif.

I.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Mahasiswa

Mahasiswa dapat memahami cara memodifikasi adsorben untuk adsorpsi, sehingga mahasiswa memiliki informasi baru mengenai cara baru dalam memurnikan etanol.

2. Masyarakat dan Industri

Masyarakat dapat mengetahui informasi terkait bioetanol yang bisa digunakan untuk menggantikan BBM. Hasil analisa dan penelitian ini dapat menjadi salah satu acuan industri untuk penelitian selanjutnya.

3. Ilmu Pengetahuan

Penelitian ini berguna untuk memperluas pengetahuan mengenai pengembangan adsorben komposit.

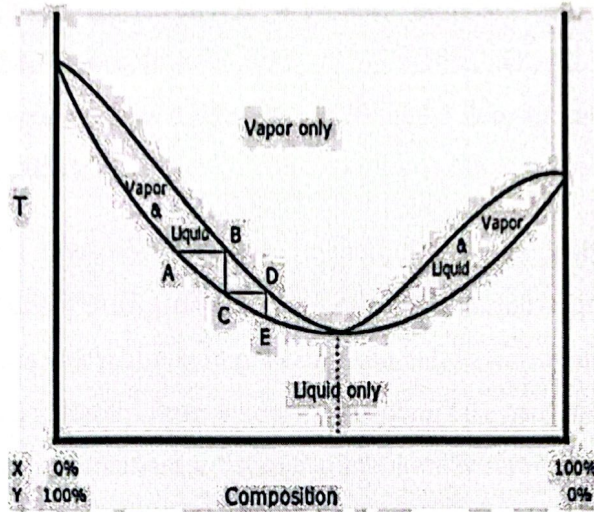
II.1 Bioetanol

Etanol atau *ethyl* alkohol (C_2H_5OH) merupakan cairan bening tidak berwarna, mudah mengalir, mudah menguap dan mudah terbakar dengan api biru tanpa asap. Sifatnya larut dalam air, kloroform, eter, gliserol dan hampir semua pelarut organik (Fitriana, 2009). Terdapat tiga *grade* etanol berdasarkan kadar alkoholnya, sebagai berikut:

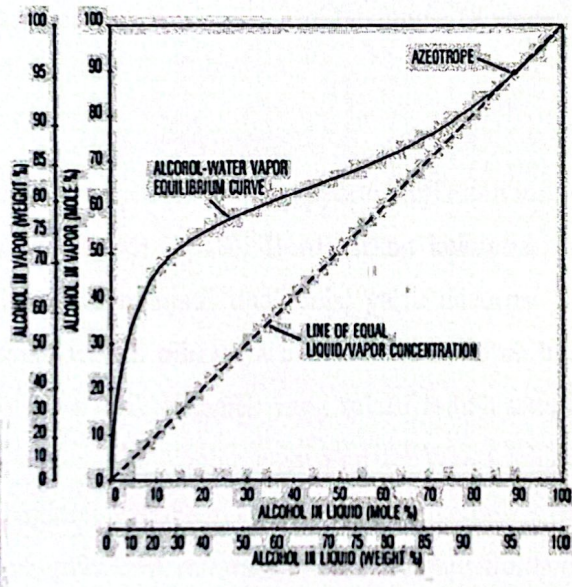
1. *Grade* industri dengan kadar alkohol 90 – 94%.
2. Netral dengan kadar alkohol 96 – 99,5%, umumnya digunakan untuk minuman keras atau bahan baku farmasi.
3. *Grade* bahan bakar dengan kadar alkohol diatas 99,5%.

Bioetanol dihasilkan dari fermentasi glukosa kemudian dilanjutkan dengan proses distilasi. Proses distilasi bertujuan untuk memurnikan bioetanol menjadi berkadar $\geq 95\%$ agar dapat digunakan sebagai bahan bakar. Namun pada kenyataannya untuk memperoleh bioetanol dengan kemurnian $\geq 99,5\%$ atau yang umum disebut *Fuel Grade Ethanol* (FGE) tidaklah mudah, etanol akan membentuk campuran azeotrop dengan air sehingga sulit dipisahkan dengan distilasi sederhana. Karena itu untuk meningkatkan kadar etanol dibutuhkan bantuan zeolit/*molecular sieve*/karbon aktif. Bahan-bahan tersebut mempunyai molekul dengan rongga yang sangat kecil dan sangat banyak sehingga dapat menyerap molekul air yang lebih kecil daripada molekul alkohol (Fitriana, 2009).

Azeotrop atau *Constant boiling mixture* merupakan campuran dengan komposisi tertentu yang ketika dididihkan akan menghasilkan fase uap dan fase cair dengan komposisi yang sama (Batutah, 2017).



(a)



(b)

Gambar II. 1 (a) Grafik azeotrop, (b) Diagram y-x uap-cair etanol-air (sumber: (a) Batutah, 2017, (b) Kvaalen, dkk, 2010)

Pada grafik azeotrop dapat dilihat titik A pada pada kurva merupakan *boiling point* campuran pada kondisi sebelum mencapai azeotrop. Campuran kemudian dididihkan dan uapnya dipisahkan dari sistem kesetimbangan uap cair (titik B). Uap ini kemudian didinginkan dan terkondensasi (titik C). Kondensat kemudian dididihkan, didinginkan, dan seterusnya hingga mencapai titik azeotrop. Pada titik

azeotrop, proses tidak dapat diteruskan karena komposisi campuran akan selalu tetap. Pada gambar diatas, titik azeotrop digambarkan sebagai pertemuan antara kurva *saturated vapor* dan *saturated liquid* (ditandai dengan garis vertikal putus-putus) (Batutah, 2017).

Pada diagram y-x uap-cair etanol-air, menunjukkan komposisi ketika tekanan atmosfer. Garis putus-putus pada gambar mewakili konsentrasi alkohol yang sama baik dalam keadaan cair maupun uap. Perhatikan bahwa konsentrasi alkohol secara konsisten lebih tinggi dalam fase uap daripada dalam fase cair untuk sebagian besar rentang grafik. Jika pemanasan/distilasi dilakukan secara terus-menerus dalam waktu tertentu maka akan menghasilkan titik azeotrop yang terlihat pada diagram diatas, hal itu terjadi karena hubungan campuran etanol-air berlaku hingga konsentrasi etanol sekitar 95,6%, sehingga dua zat berhenti mendidih secara terpisah dan distilasi konvensional tidak lagi berfungsi (Kvaalen, dkk., 2010).

II.2 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu proses penangkapan/pengikatan ion-ion bebas di dalam air oleh adsorben (Kusnaedi, 2010). Berdasarkan kekuatan dalam berinteraksi, adsorpsi dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia. Adsorpsi fisika terjadi bila gaya intermolekuler lebih besar dari gaya tarik antar molekul atau gaya tarik menarik yang relatif lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben. Gaya ini disebut gaya Van der Waals sehingga adsorbat dapat bergerak dari satu bagian permukaan ke bagian permukaan lain dari adsorben. Gaya antar molekul adalah gaya tarik antara molekul-molekul fluida dengan permukaan padat, sedangkan gaya intermolekuler adalah gaya tarik antar molekul-molekul fluida itu sendiri (Sudirjo, 2005).

Adsorpsi kimia terjadi karena adanya pertukaran atau pemakaian bersama elektron antara molekul adsorbat dengan permukaan adsorben sehingga terjadi reaksi kimia. Ikatan yang terbentuk antara adsorbat dengan adsorben adalah ikatan kimia dan ikatan itu lebih kuat daripada adsorpsi fisika (Bansal, 2005).

Isoterm adsorpsi merupakan fungsi konsentrasi zat terlarut yang terserap pada zat padat terhadap konsentrasi larutan. Persamaan yang dapat digunakan, yaitu

Freundlich, Langmuir, Brunauer, Emmet dan Teller (BET), Temkin, Dubinin-Radushkevich. Tipe isoterm adsorpsi dapat digunakan untuk mempelajari mekanisme adsorpsi fase cair maupun padat yang pada umumnya menganut tipe isoterm Freundlich dan Langmuir. Adsorben yang baik memiliki kapasitas adsorpsi dan persentase penyerapan yang tinggi (Apriliyani, 2010).

Untuk menghasilkan bioetanol dengan konsentrasi tinggi maka membutuhkan adsorben yang memiliki daya serap tinggi pula, berikut karakteristik dari ketiga bahan tersebut dapat diringkas seperti penjelasan pada tabel II.1 dan II.2.

Tabel II. 1 Ringkasan hasil karakterisasi (Laksmono, dkk., 2019)

	Alat	PVA	Zeo	KA
Morfologi Permukaan	SEM (hasil visual)	Pori-pori tidak terlihat, permukaan halus, pengotor sedikit	Pori-pori terlihat, permukaan kasar, pengotor banyak	Pori-pori terlihat, permukaan kasar, pengotor banyak
komposisi unsur adsorben	(karakterisasi elemen)	C, O, Au, dan Na	Si, O, Ca, Al, Au, Cl, K, dan Na	C, Cu, Ca, Si, Mg, dan S
Luas permukaan (m ² /g)	BET	1,49	18,64	454,72
volume pori (cm ³ /g)		0,000434	0,019092	0,14
	Bil. Iodin	1281,17 mg Iod /g PVA	1281,45 mg Iod /g Zeo	2209,67 mg Iod /g KA
Kelompok fungsional adsorben	FTIR	Terdapat kelompok OH, serta kelompok Si-O dan Al-O pada zeolit		
	HV	1220,85 mg KOH/g PVA	165,55 mg KOH/g Zeo	255,36 mg KOH/g KA

Tabel II. 2 Bilangan iodin dan nilai qm (Laksmono, dkk., 2019)

Variasi Rasio	Bilangan Iodin (mg iod/g sampel)	Nilai qm (ml/g)
PVA:Zeo:KA = 1:1:1	1331,16	43,8314
PVA:Zeo:KA = 1:1:0,75	1298,49	14,9480
PVA:Zeo:KA = 1:1:0,5	1296,51	9,7275
PVA:Zeo:KA = 1:1:0,25	1286,36	9,7275
PVA:Zeo:KA = 1:1:0	1232,98	9,7275

Dari tabel II.1 dapat dilihat karakteristik adsorben dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dapat diketahui bahwa zeolit memiliki elemen yang lebih banyak, sehingga dapat dianggap hidrofilik, karena dapat berikatan dengan OH. Selain itu jika dilihat dari rasio Si:Al (39,44% : 6,14%) dalam zeolit adalah 6,4. Pada tabel *Brunauer–Emmett–Teller* (BET) dapat diketahui bahwa luas permukaan dan volume pori terbesar dimiliki oleh karbon aktif. Hal ini berarti karbon aktif memiliki daya serap yang lebih tinggi dari PVA dan zeolit. Dan pada tabel *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dapat diketahui bahwa dalam campuran ketiga bahan tersebut menghasilkan kelompok OH, yang berarti adsorben komposit tersebut memiliki daya serap yang bagus. Selain itu jika dilihat dari HV (nilai hidroksil) PVA memiliki nilai tertinggi, yang berarti PVA memiliki sifat hidrofilik lebih baik dari zeolit dan karbon aktif.

Pada tabel II.2 merupakan bilangan iodin dan nilai q_m (kapasitas adsorpsi) hasil perhitungan menggunakan isoterm Langmuir pada penelitian Laksmo, dkk., 2019. Dengan menggunakan data tersebut dapat menguji bahwa adanya korelasi interaksi antar adsorben. Dari tabel terlihat bahwa semakin tinggi bilangan iodin maka semakin tinggi juga nilai q_m , hal ini berarti besar-kecilnya daya serap q_m tergantung pada bilangan iodin yang dihasilkan.

Dari data tersebut dapat diketahui bahwa masing-masing bahan tersebut telah memiliki daya serap yang baik, sehingga jika ketiga adsorben tersebut digabungkan memungkinkan untuk memiliki daya serap yang lebih baik.

II.3 Adsorben

Menurut Arfan dalam Hendra (2008), adsorben merupakan zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida. Adsorben merupakan material berpori, dan proses adsorpsi berlangsung di dinding pori-pori atau pada lokasi tertentu pada pori tersebut. Adsorben dapat digolongkan menjadi 2 jenis, yaitu adsorben tidak berpori (*non-porous sorbents*) dan adsorben berpori (*porous sorbents*).

a. Adsorben tidak berpori (*non-porous sorbents*)

Adsorben tidak berpori dapat diperoleh dengan cara presipitasi deposit kristalin seperti BaSO_4 atau penghalusan padatan kristal. Luas permukaan spesifiknya kecil, tidak lebih dari $10 \text{ m}^2/\text{g}$ dan umumnya antara $0,1$ s/d $1 \text{ m}^2/\text{g}$. Adsorben tidak berpori seperti filter karet (*rubber filters*) dan karbon hitam bergrafit (*graphitized carbon blacks*) adalah jenis adsorben tidak berpori yang telah mengalami perlakuan khusus sehingga luas permukaannya dapat mencapai ratusan m^2/g .

b. Adsorben berpori (*porous sorbents*)

Luas permukaan spesifik adsorben berpori berkisar antara 100 s/d $1000 \text{ m}^2/\text{g}$. Biasanya digunakan sebagai penyangga katalis, dehidrator, dan penyeleksi komponen. Adsorben ini umumnya berbentuk granular.

Klasifikasi pori menurut *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) adalah :

- Mikropori : Diameter $< 2 \text{ nm}$
- Mesopori : Diameter $2 < d < 50 \text{ nm}$
- Makropori : Diameter $d > 50 \text{ nm}$

Beberapa jenis adsorben berpori yang telah digunakan secara komersial antara lain adalah karbon aktif, zeolit, silika gel, dan *activated alumina*. Kriteria yang harus dipenuhi suatu adsorben untuk dapat menjadi adsorben komersial adalah:

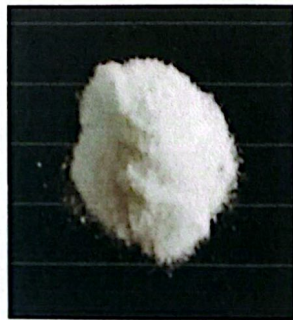
- Memiliki permukaan yang besar per unit massanya sehingga kapasitas adsorpsinya akan semakin besar pula.
- Secara alamiah dapat berinteraksi dengan adsorbat pasangannya.
- Ketahanan struktur fisik yang tinggi.
- Mudah diperoleh, harga tidak mahal, tidak korosif, dan tidak beracun.
- Tidak ada perubahan volume yang berarti selama proses adsorpsi.
- Mudah dan ekonomis untuk diregenerasi

II.4 Polivinil Alkohol (PVA)

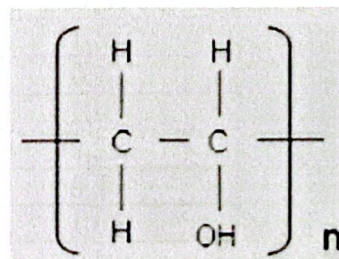
Polivinil alkohol (PVA) adalah plastik yang larut dalam air, memiliki sifat tidak berbau dan tidak berasa, bening, putih atau bubuk granular berwarna krem. Selain

itu juga mudah dicampur dengan sejumlah bahan alami dan dapat menunjukkan sifat yang kompatibel dengan berbagai aplikasi (Nagarkar dan Patel, 2019).

PVA telah diterapkan di sektor industri, komersial, medis, dan makanan dan telah digunakan untuk menghasilkan banyak produk akhir, seperti pernis, resin, benang bedah, dan bahan kemasan makanan. PVA juga salah satu polimer termoplastik yang banyak digunakan, tidak berbahaya bagi lingkungan hidup dan tidak beracun. Polimer ini banyak dicari untuk digunakan dalam produk *cross-linked* dan nanofiller (Gaaz, 2015). Berikut gambar dan rumus molekul PVA pada gambar II.2.



(a)



(b)

Gambar II. 2 (a) Polivinil alkohol, (b) Rumus molekul PVA
(sumber: (a) Tanjung, 2015, (b) lib@ui-Universitas Indonesia)

Dalam penelitian ini, PVA berfungsi sebagai pengikat antara karbon aktif dan zeolit agar dapat menjadi adsorben komposit berbentuk lembaran *film*, selain itu agar ikatan antara PVA, karbon aktif, dan zeolit menjadi lebih kuat, serta penambahan *glutaral-dehyde* untuk penguat ikatan silang. Namun, sebelum digunakan PVA dilarutkan dengan aquades, setelah itu dicampur dengan karbon aktif, zeolit dan *glutaral-dehyde*.

II.5 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah suatu bahan sejenis adsorben (penyerap) berwarna hitam, berbentuk granular, butir ataupun bubuk yang mempunyai luas permukaan sangat besar yaitu 200 – 2000 m²/g. Karbon aktif merupakan salah satu adsorben yang paling sering digunakan pada proses adsorpsi. Hal ini karena karbon aktif

mempunyai daya adsorpsi dan luas permukaan yang lebih baik. Luas permukaan yang besar ini disebabkan karena mempunyai struktur pori-pori. Pori-pori inilah yang menyebabkan karbon aktif mempunyai kemampuan untuk menyerap (Saftri, 2016).

Berdasarkan hasil analisis *Energy Dispersive X-ray* (EDX) jenis dan komposisi senyawa pada karbon aktif terlihat pada tabel II.3.

Tabel II. 3 Jenis dan komposisi senyawa pada karbon aktif (Saftri, 2016)

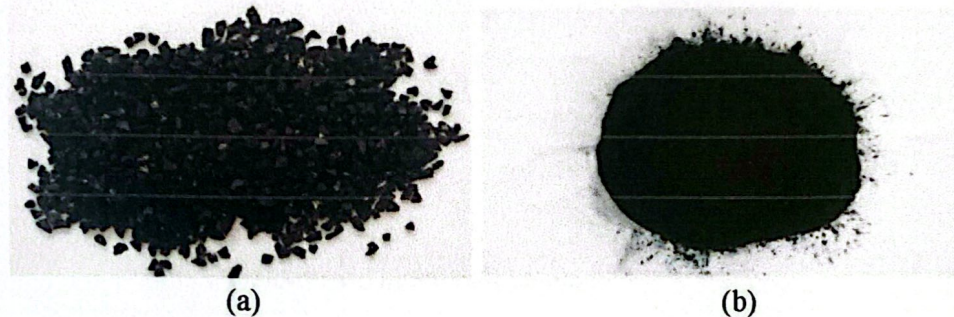
Senyawa	Komposisi (%)
C	77,37
Na ₂ O	1,35
MgO	0,70
Al ₂ O ₃	2,95
SiO ₂	5,39
Cl	0,30
CaO	1,68
TiO ₂	0,15
FeO	2,81
CuO	5,48
K ₂ O	1,83

Karbon aktif memiliki luas permukaan serta ukuran pori yang berbeda untuk setiap jenisnya. Luas permukaan dan ukuran pori ini sangat menentukan proses adsorpsi yang mungkin terjadi. Semakin besar luas permukaan suatu karbon aktif, maka semakin besar juga daya adsorpsinya terhadap molekul. Ukuran pori pada karbon aktif menentukan dapat masuk atau tidaknya suatu molekul terhadap pori tersebut. Jika ukuran pori karbon aktif yang tersedia lebih kecil dibandingkan ukuran molekul yang akan diadsorpsi, maka proses adsorpsi tidak dapat terjadi karena molekul tidak dapat masuk ke dalam pori karbon aktif (Saftri, 2016).

Selain terdiri dari atom karbon, karbon aktif mengandung sejumlah kecil hidrogen dan oksigen yang terikat pada gugus fungsi misalnya karboksil, fenol, dan eter. Gugus fungsi ini dapat berasal dari bahan baku karbon aktif. Selain itu, gugus fungsi pada karbon aktif juga terbentuk selama proses aktivasi oleh karena adanya interaksi radikal bebas permukaan karbon dengan oksigen atau nitrogen yang

berasal dari atmosfer. Gugus fungsi ini menjadikan permukaan karbon aktif reaktif secara kimia dan dapat mempengaruhi sifat adsorpsinya (Saftri, 2016).

Dalam penelitian ini menggunakan karbon aktif berbentuk granular, namun setelah itu karbon aktif diayak dengan *ball mill* selama dua hari agar ukurannya menjadi lebih halus seperti serbuk, berikut merupakan perbedaan ukuran karbon aktif dapat dilihat gambar II.3.



Gambar II. 3 Jenis ukuran karbon aktif (a) karbon aktif bentuk granular, (b) karbon aktif bentuk serbuk (Sumber: Ibrahim, dkk., 2014)

Adapun tujuan penghalusan karbon aktif agar luas permukaan dari karbon aktif tersebut menjadi lebih luas, sehingga daya serap molekulnya semakin besar. Sesuai dengan tujuannya, karbon aktif ini berfungsi untuk menyerap air dari campuran etanol-air sehingga dapat menghasilkan etanol murni dengan persentase yang tinggi.

II.6 Zeolit

Zeolit secara umum memiliki ukuran pori yang bervariasi dan pori yang seragam tergantung pada spesifikasi dari zeolit tersebut. Zeolit memiliki struktur yang berongga, sehingga mampu menyerap molekul yang berukuran lebih kecil atau sesuai dengan ukuran rongganya. Hal ini membuat zeolit dapat bersifat sebagai adsorben dan penyaring molekul. Serta zeolit yang telah terdehidrasi dapat menjadi adsorben dengan selektivitas dan efektivitas adsorpsi yang tinggi (Khaidir, 2011).

Pemilihan zeolit sebagai bahan penyerap pada proses dehidrasi bioetanol didasarkan pada beberapa pertimbangan, antara lain: (1) ketersediaan zeolit alam Indonesia yang melimpah, (2) harga zeolit alam yang murah, (3) tidak memerlukan input energi yang tinggi, (4) dan tidak akan menyebabkan kontaminasi terhadap etanol yang dihasilkan setelah proses dehidrasi. Zeolit memiliki kemampuan menyerap dan menyaring molekul (Khaidir, 2011). Berikut merupakan gambar zeolit pada gambar II.4.



Gambar II. 4 Zeolit
(sumber: Pratomo dkk., 2018)

Dalam penelitian ini menggunakan zeolit yang berasal dari Yogyakarta berbentuk serbuk, dengan tujuan zeolit dengan bentuk serbuk memiliki luas permukaan yang lebih besar.

II.7 *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

Spektroskopi inframerah merupakan suatu metode yang mengamati interaksi molekul dengan radiasi elektromagnetik yang berada pada daerah panjang gelombang 0,75 – 1000 μm atau pada bilangan gelombang 13000 – 10 cm^{-1} . Metode spektroskopi inframerah merupakan suatu metode yang meliputi teknik serapan (*absorption*), teknik emisi (*emission*), teknik fluoresensi (*fluorescence*).

Adanya interaksi energi dengan materi merupakan prinsip kerja spektroskopi FTIR. Spektroskopi inframerah berfokus pada radiasi elektromagnetik pada rentang frekuensi 400–4000 cm^{-1} , biasanya cm^{-1} disebut sebagai *wavenumber* ($1/\text{wavelength}$) yakni suatu ukuran unit untuk frekuensi.

Berdasarkan pembagian daerah panjang gelombang dan gugus spektrum inframerah (Tabel II.4 dan Tabel II.5), sinar inframerah dibagi atas 3 daerah yaitu:

1. Daerah infra merah dekat
2. Daerah infra merah pertengahan
3. Daerah infra merah jauh

Tabel II. 4 Daerah spektrum inframerah (Sumber: Nugraha, 2016)

Jenis	Panjang Gelombang	Interaksi	Bilangan Gelombang	Frekuensi (Hz)
Inframerah dekat	0,75 – 2,5 μm	Interaksi ikatan	13.000 – 4.000 cm^{-1}	$3,8 \times 10^{14}$ – $1,2 \times 10^{14}$
Inframerah pertengahan	2,5 – 50 μm	Interaksi ikatan	4.000 – 200 cm^{-1}	$1,2 \times 10^{14}$ – $6,0 \times 10^{12}$
Inframerah jauh	50 – 1.000 μm	Interaksi ikatan	200 – 10 cm^{-1}	$6,0 \times 10^{12}$ – $3,0 \times 10^{11}$

Tabel II. 5 Gugus spektrum inframerah (Sumber: Nugraha, 2016)

Gugus	Jenis Senyawa	Daerah Serapan (cm^{-1})
C-H	Alkana	2850 – 2960, 1350 – 1470
C-H	Alkena	3030 – 3080, 675 – 870
C-H	Aromatik	3000 – 3100, 675 – 870
C-H	Alkuna	3300
C=C	Alkena	1640 – 1680
C=C	Aromatik (cincin)	1500 – 1600
C-O	Alkohol, eter, asam karboksilat, ester	1080 – 1300
C=O	Aldehida, keton, asam karboksilat, ester	1690 – 1760
O-H	Alkohol, fenol (monomer)	3610 – 3640
O-H	Alkohol, fenol (ikatan H)	2000 – 3600 (lebar)
O-H	Asam karboksilat	3000 – 3600 (lebar)
N-H	Amina	3310 – 3500
C-N	Amina	1180 – 1360
-NO ₂	Nitro	1515 – 1560, 1345 – 1385

Dari hasil spektrum yang spesifik, metode spektroskopi inframerah ini dapat mengidentifikasi suatu senyawa yang belum diketahui. Selain itu keunggulan lainnya:

1. Cepat dan relatif murah
2. Dapat mengidentifikasi gugus fungsional dalam molekul

3. Spektrum inframerah yang dihasilkan oleh suatu senyawa adalah khas dan oleh karena itu dapat menyajikan sebuah fingerprint (sidik jari) untuk senyawa tersebut (Nugraha, 2016).

Pada penelitian ini FTIR berfungsi untuk melihat gugus/ikatan yang ada pada komposisi adsorben komposit sehingga dapat menentukan kelompok fungsional yang ada disetiap adsorben, yaitu PVA, zeolit, karbon aktif serta campuran dari ketiga bahan tersebut dengan variasi rasio yang telah ditentukan.

II.8 Uji Bilangan Hidroksil

Uji bilangan hidroksil merupakan jumlah milligram kalium hidroksida (KOH) yang diperlukan untuk menetralkan asam asetat yang diambil pada satu gram sampel mengandung kelompok hidroksil bebas. Mengukur kandungan gugus hidroksil bebas dalam sampel (satuan massa KOH miligram) setara dengan kandungan satu gram sampel (Laksmono, dkk., 2018).

Persamaan bilangan Hidroksil:

$$\text{Uncorrected Hydroxyl Value (HV)} = \frac{(B-A) \times N \times 56,1}{W} \quad (\text{II.1})$$

$$\text{Bilangan Asam (BA)/Koreksi Keasaman} = \frac{(A-B) \times N \times 56,1}{W} \quad (\text{II.2})$$

$$\text{Corrected Hydroxyl Value} = \text{HV} + \text{BA} \quad (\text{II.3})$$

$$\% \text{ OH} = \frac{\text{Corrected Hydroxyl Value}}{32,98} \quad (\text{II.4})$$

dengan:

B = volume KOH yang dibutuhkan untuk titrasi blanko (tanpa sampel), ml

A = volume KOH yang dibutuhkan untuk titrasi sampel, ml

W = berat sampel, g

N = Normalitas Larutan KOH, N

$56,1$ = Mr KOH

(Abdullah, 2012)

II.9 Uji Bilangan Iodin

Uji bilangan iodin adalah jumlah yodium/iodin dalam gram yang dikonsumsi oleh 100 gram suatu bahan kimia. Hasil dari uji bilangan iodin menunjukkan kemampuan untuk menyerap atau untuk mengetahui kapasitas daya serap terhadap iodin (Laksmono dkk., 2018).

Di sebagian besar kasus, semakin tinggi luas permukaan menghasilkan nilai yang lebih tinggi nomor yodium/iodin (Laksmono dkk., 2018). Iodin dimungkinkan digunakan untuk mengukur pendekatan luas permukaan.

Perhitungan Uji Bilangan Iodin

IV.1 Untuk menghitung nilai X/M, pertama-tama dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$A = N_2 \times 12693 \quad (II.5)$$

dengan:

$$\begin{aligned} N_2 &= \text{iodin, N} \\ 12693 &= \text{Mr iodin} \end{aligned}$$

A (nilai konstanta untuk iodin) merupakan hasil perkalian antara normalitas iodin dengan massa molekul iodin. N_2 merupakan normalitas iodin yang sudah distandarisasi sedangkan 12693 merupakan massa molekul iodin dalam 1 liter.

$$B = N_1 \times 126,93 \quad (II.6)$$

dengan:

$$\begin{aligned} N_1 &= \text{sodium tiosulfat, N} \\ 126,93 &= \text{jumlah iodin sesuai 1 ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \end{aligned}$$

B (nilai konstanta untuk sodium tiosulfat) merupakan hasil perkalian antara normalitas sodium tiosulfat dengan jumlah iodin sesuai 1 ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. N_1 merupakan normalitas sodium tiosulfat yang sudah distandarisasi sedangkan 126,93 merupakan jumlah iodin sesuai 1 ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

$$DF = \frac{I+H}{F} \quad (II.7)$$

dengan:

DF = *dilution factor*/faktor pengencer

I = iodine, ml

H = HCl 5% yang digunakan, ml

F = filtrate, ml

DF (*dilution factor*) atau faktor pengencer merupakan hasil perhitungan antara penjumlahan ml iodine dengan ml HCl kemudian dibagi dengan ml filtrate yang dihasilkan.

IV.2 Perhitungan X/M sebagai berikut:

$$\frac{X}{M} = \frac{(A - (DF \times B \times S))}{M} \quad (II.8)$$

dengan:

$\frac{X}{M}$ = jumlah adsorbat yang diserap, mg/g

S = *sodium thiosulfate*, ml

M = sampel yang digunakan, g

(Laksmono, 2017)

III.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pengambilan data penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Makromolekul Pusat Penelitian Kimia – LIPI, Serpong. Dilakukan mulai pada bulan Januari sampai dengan bulan April 2020. Penyusunan data dilakukan pada bulan Mei sampai dengan bulan September 2020.

III.2 Alat dan Bahan

III.2.1 Alat

1. Gelas kimia
2. Gelas ukur
3. Neraca Ohaus
4. Botol kaca gelap
5. Pipet volume
6. Desikator
7. Gunting
8. Botol sampel
9. *Hot plate*
10. Kertas saring Whatman
11. *Oven*
12. *Ball mill*
13. FTIR Shimadzu Prestige-21

III.2.2 Bahan

1. Polivinil Alkohol (PVA)
2. Zeolit
3. Karbon aktif
4. Aquades
5. *Glutaral-dehyde*

III.3 Variabel

Terdapat dua variabel yang mempengaruhi, yaitu variabel tetap dan variabel bebas.

III.3.1 Variabel Tetap

Variabel tetap adalah suatu variabel yang tidak berubah selama penelitian ini berlangsung. Variabel tetap yang digunakan selama penelitian ini, yaitu:

1. *Glutaral-dehyde* 4% wt (250 g) = 10 ml
2. Ukuran zeolit = 80 *mesh*
3. Ukuran karbon aktif = 80 *mesh*
4. Massa PVA = 510,3 g
5. Massa zeolit = 229,3 g
6. Massa karbon aktif = 510,3 g

III.3.2 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang divariasikan selama penelitian ini berlangsung, bertujuan untuk mengetahui hasil terbaik dari berbagai rasio yang telah ditentukan. Variabel bebas terdapat pada tabel III.1.

Tabel III. 1 Perbandingan variasi rasio massa adsorben komposit

Adsorben Komposit	Variasi Rasio Massa	Variasi Massa (g)
PVA : zeolit : karbon aktif	1 : 1 : 1	83,3 : 83,3 : 83,3
PVA : zeolit : karbon aktif	1 : 0,25 : 1	111,1 : 27,8 : 111,1
PVA : zeolit : karbon aktif	1 : 0,50 : 1	100 : 50 : 100
PVA : zeolit : karbon aktif	1 : 0,75 : 1	90,9 : 68,2 : 90,9
PVA : zeolit : karbon aktif	1 : 0 : 1	125 : 0 : 125

III.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian digunakan untuk pengambilan data agar mendapatkan hasil yang diharapkan, maka dilakukan beberapa tahapan proses. Proses pembuatan adsorben komposit, karakterisasi, dan analisis sampel. Diagram alir penelitian ditampilkan pada gambar III.1.

III.4.1 Proses Pembuatan Adsorben komposit

a. Persiapan Bahan

Bahan adsorben seperti zeolit dan karbon aktif di-*pretreatment*, diayak dengan *mesh stainless steel* untuk mengurangi ukuran partikel menjadi 80 *mesh*. PVA dan karbon aktif dipanaskan dengan *oven* pada suhu 105°C untuk menghilangkan kadar air yang diukur menggunakan Ohaus, dipanaskan sampai berat konstan, kemudian PVA disimpan di desikator. Karbon aktif dipanaskan kembali dengan *oven* untuk menghilangkan kadar air, dengan kecepatan pemanasan 10°C/min dipanaskan hingga suhu menjadi 150°C, setelah itu karbon aktif didinginkan dan disimpan di desikator.

Zeolit dicuci dengan aquades, untuk mengaktifkan zeolit, maka 100 g zeolit dimasukkan ke dalam gelas kimia, kemudian 1000 ml HCl 1 M diteteskan ± 2 ml/menit sambil diaduk terus – menerus selama 24 jam, lalu zeolit dicuci dengan aquades sampai pH 7 tercapai, kemudian zeolit disaring dengan kertas saring whatman.

Zeolit selanjutnya diaktifkan dengan cara di *oven* pada suhu 150°C dengan kecepatan pemanasan 10°C/min selama 2 jam, kemudian suhu ditingkatkan menjadi 300°C selama 4 jam, lalu proses pendinginan sampai suhu 100°C dengan kecepatan pendinginan 10°C/menit, kemudian zeolit disimpan di desikator. Setelah persiapan bahan, pada masing-masing bahan akan dikarakterisasi untuk diuji bilangan iodin dan ikatan hidroksil dengan cara titrasi.

b. Persiapan Komposit

Larutkan PVA dengan aquades yang dipanaskan dalam gelas kimia 1 liter yang telah di-*setting* dengan pengaduk dan diaduk hingga menjadi larutan, kemudian masukkan zeolit dan karbon aktif (massanya sesuai dengan rasio yang akan dibuat) secara perlahan agar tercampur sempurna. Campuran ditambahkan dengan 10 ml *glutaral-dehyde* pada suhu 80°C diaduk selama 2 jam. Campuran dibentuk menjadi *film*, kemudian diletakkan ke dalam keranjang *stainless steel*. Setelah sampel kering kemudian dipotong-potong menjadi kecil berbentuk persegi dan disimpan di desikator.

III.5 Karakterisasi Sampel

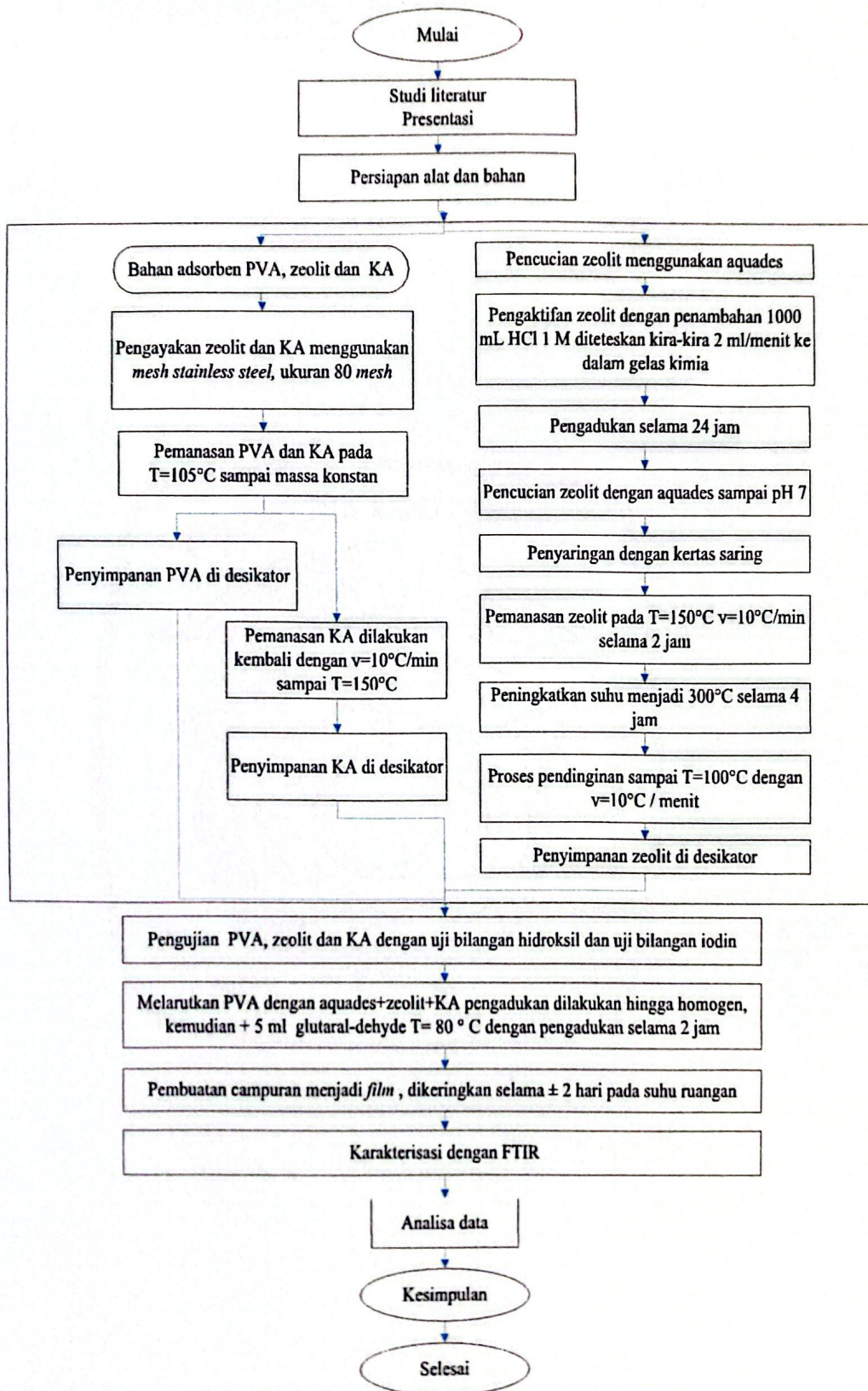
Dalam pembuatan adsorben komposit dilakukan karakterisasi dengan FTIR, uji bilangan hidroksil dan iodin, untuk hasil FTIR menghasilkan 5 data/grafik/gambar pada tiap hasil karakterisasi tersebut.

a. Pengujian Gugus Fungsi

Untuk memeriksa ketersediaan pengikatan silang dalam komposit yang diproduksi menggunakan FTIR Shimadzu IR Prestige-21. Spektra FTIR diperoleh menggunakan mode transmitansi dalam kisaran bilangan gelombang dari 4.000 hingga 550 cm^{-1} , Spektra FTIR dinormalisasi, dan pita getaran utama dikaitkan dengan bahan kimia kelompok.

b. Uji Bilangan Hidroksil dan Uji Bilangan Iodin

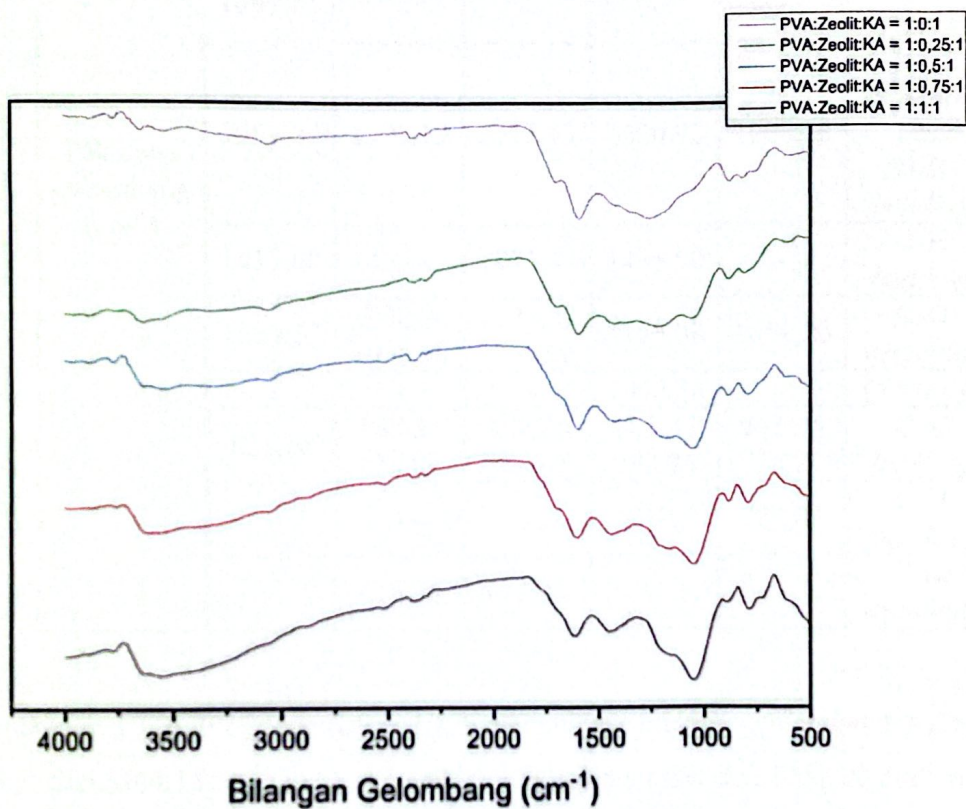
Analisa uji bilangan hidroksil dan uji bilangan iodin dilakukan dengan titrasi. Untuk uji bilangan hidroksil titrasi dilakukan dengan titrasi antara kalium hidroksida (KOH) dengan sampel, yaitu PVA, Zeo, dan KA. Untuk uji bilangan iodin dilakukan titrasi antara iodin dengan sampel yaitu PVA, Zeo, dan KA.



Gambar III. 1 Prosedur penelitian

IV.1 Karakterisasi Gugus Fungsi Adsorben

Hasil FTIR yang menunjukkan perbandingan PVA, zeolit dan karbon aktif dengan 5 variasi rasio. Adanya perubahan gugus fungsi disebabkan oleh pengaruh komposisi dari adsorben komposit yang terlihat pada gambar IV.1 dan tabel IV.1.



Gambar IV. 1 Ringkasan hasil karakterisasi FTIR PVA:zeolit:karbon aktif dengan perbandingan 5 variasi rasio

Tabel IV. 1 Bilangan gelombang adsorben komposit PVA:Zeo:KA (MERCK)

Bahan baku	PVA : Zeo : KA					Jenis ikatan
	1:0:1	1:0,25:1	1:0,5:1	1:0,75:1	1:1:1	
Bilangan gelombang (cm ⁻¹)	3649,32 3527,80	3643,53 3522,02 3248,13 3057,17	3246,20	3633,89 3408,22	3626,17 3464,15	O-H stretching
	3051,39 2889,37	1693,50	3064,89 2891,30	3066,82 2887,44	2893,22	C-H stretching
	1695,43	-	-	-	-	C=O stretching
	1591,27	1595,13	1595,13	1600,92	1608,63	C=C stretching atau N-H bending
	1417,68	1423,47	1423,47	1438,90	-	O-H bending
	1263,37	1220,94 1058,92	1172,72 1055,06	1163,08	1051,20	C-O stretching
	-	-	-	1049,28	-	CO-O-CO
	821,68	885,33 812,03	887,26 794,67	885,33 792,74	893,04 725,23	C=C bending
	-	-	-	-	785,03	C-H bending
	-	613,36	615,29	-	-	C-Br stretching

Spektrum FTIR PVA:Zeo:KA = 1:1:1 mempunyai bilangan gelombang 3626,17 cm⁻¹ dan 3464,15 cm⁻¹ yang merupakan gugus fungsi OH dan 1051,20 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya vibrasi C-O.

Bilangan gelombang pada 2893,22 cm⁻¹ menunjukkan adanya vibrasi C-H, juga pada bilangan gelombang 785,03 cm⁻¹. Bilangan gelombang pada 1608,63 cm⁻¹, 893,04 cm⁻¹ dan 725,23 cm⁻¹ menunjukkan adanya vibrasi regangan gugus C=C.

Sementara itu hasil analisis FTIR pada PVA:Zeo:KA dengan perbandingan rasio lainnya terlihat bahwa telah terjadi perubahan pola spektrum serapan yaitu terjadi pergeseran bilangan gelombang misalnya dari 3626,17 cm⁻¹ ke 3633,89 cm⁻¹, 3633,89 cm⁻¹ ke 3246,20 cm⁻¹, 3246,20 cm⁻¹ ke 3643,53 cm⁻¹, dan 3643,53 ke

3649,32 cm^{-1} . Dan begitu pula bilangan gelombang lain, dapat dilihat dari tabel IV.1. Adanya pergeseran gugus-gugus pada masing-masing adsorben komposit, menunjukkan bahwa gugus-gugus fungsi berperan dalam proses pembentukan adsorben komposit dengan variasi rasio massa yang berbeda-beda. Selain itu terdapat pita serapan yang hilang dan terbentuk serapan baru pada beberapa bilangan gelombang.

Dari hasil FTIR pada variasi rasio 1:0:1 terdapat bilangan gelombang dan jenis ikatan berupa C=O, sedangkan pada variasi lain dengan penambahan zeolit tidak terdapat bilangan gelombang dan jenis ikatan C=O, hal ini karena C=O merupakan gugus yang dimiliki oleh karbon aktif, ketika zeolit tidak ditambahkan dalam komposisi gugus C=O tidak berikatan dengan senyawa lain yang ada pada zeolit, sehingga terlihat pada hasil FTIR.

Pada variasi 1:1:1 terdapat bilangan gelombang dan jenis ikatan berupa C-O, sedangkan pada variasi lain dengan pengurangan zeolit tidak terdapat bilangan gelombang dan jenis ikatan C-O. Hal ini disebabkan interaksi antara PVA, zeolit dan KA dengan pengurangan zeolit akan menyebabkan berkurangnya senyawa yang terdapat dalam zeolit, sehingga tidak terjadi interaksi dan pembentukan gugus fungsi.

Bilangan gelombang tersebut memiliki nilai yang tinggi yaitu antara 600 – 3600 cm^{-1} dibandingkan dengan hasil FTIR pada penelitian Laksmono dkk., pada tahun 2017 dan 2019. Pada penelitian Laksmono dkk., 2017 memiliki hasil FTIR dengan bilangan gelombang 400 – 3000 cm^{-1} , sedangkan penelitian Laksmono dkk., 2019 memiliki hasil FTIR dengan bilangan gelombang 1300 – 1670 cm^{-1} .

Adanya perbedaan bilangan gelombang yang dihasilkan dari FTIR antara penelitian Laksmono dkk., pada tahun 2017, 2018 dan penelitian ini, yaitu dari asal bahan adsorben yang digunakan, karena berbeda tempat asal adsorben akan menghasilkan karakteristik yang berbeda-beda.

Dari penggabungan PVA, zeolit dan karbon aktif memiliki pola serapan dengan jenis ikatan OH, C-H, C-O, dan C=C. Adanya ikatan OH dan C-O menunjukkan bahwa campuran bahan tersebut cenderung bersifat lebih polar. Sehingga dapat

menyerap air pada campuran etanol-air, karena air sifatnya polar. Dengan demikian penggabungan PVA, zeolit, dan karbon aktif dapat digunakan sebagai adsorben komposit.

IV.2 Uji Bilangan Iodin dan Uji Bilangan Hidroksil

Keberadaan gugus OH dari hasil FTIR dipastikan dalam uji bilangan hidroksil yang terdapat pada tabel IV.2, dan luas permukaan diukur dengan uji bilangan iodin yang terdapat pada tabel IV.3. Dapat dilihat dari hasil uji bilangan hidroksil, zeolit memiliki nilai yang paling besar. Untuk hasil uji bilangan iodin, PVA dan karbon aktif memiliki nilai yang lebih besar, sehingga dapat dinyatakan bahwa adsorben tersebut sudah memiliki sifat hidrofilik/mampu menyerap air, sehingga jika dibuat menjadi adsorben komposit memiliki daya serap yang lebih baik.

Tabel IV. 2 Bilangan hidroksil dari PVA, zeolit, dan karbon aktif

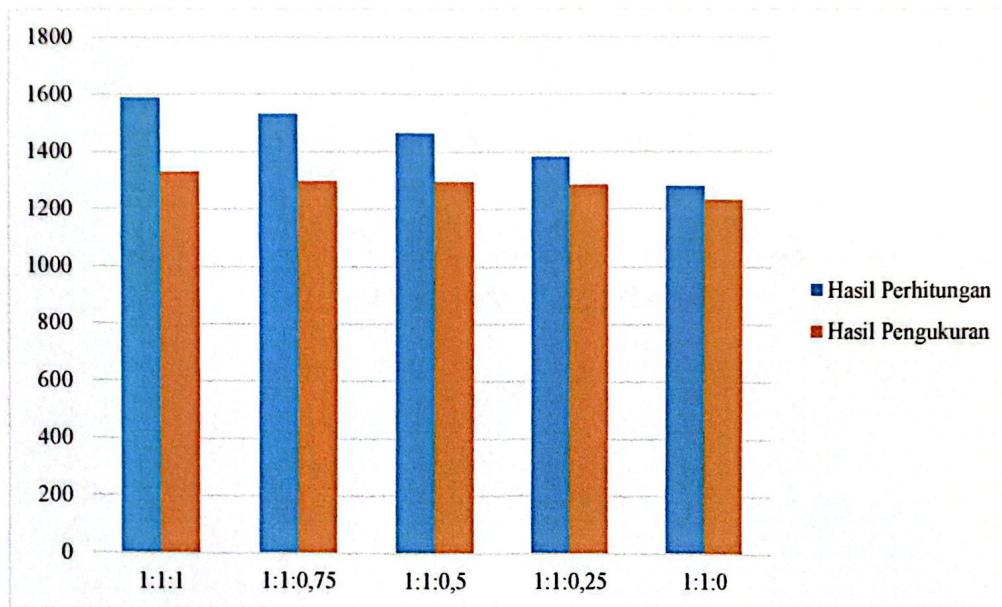
No.	Senyawa	Kadar Air	Bilangan Hidroksil
1.	PVA	0,99 %	1035,2555 mg KOH/g PVA
2.	Zeo	2,04 %	1380,8532 mg KOH/g Zeo
3.	KA	3,73 %	556,3343 mg KOH/g KA

Tabel IV. 3 Bilangan iodin dari PVA, zeolit, dan karbon aktif

No.	Senyawa	Kadar Air	Bilangan Iodin
1.	PVA	0,74 %	1459,8843 mg iodin/g PVA
2.	Zeo	1,95 %	1202,0038 mg iodin/g Zeo
3.	KA	3,05 %	1409,7402 mg iodin/g KA

Adanya interaksi antara ketiga adsorben dalam pembentukan adsorben komposit dapat dilihat dari perbandingan antara bilangan iodin adsorben komposit yang dihitung berdasarkan rasio massa dengan bilangan iodin dari masing-masing

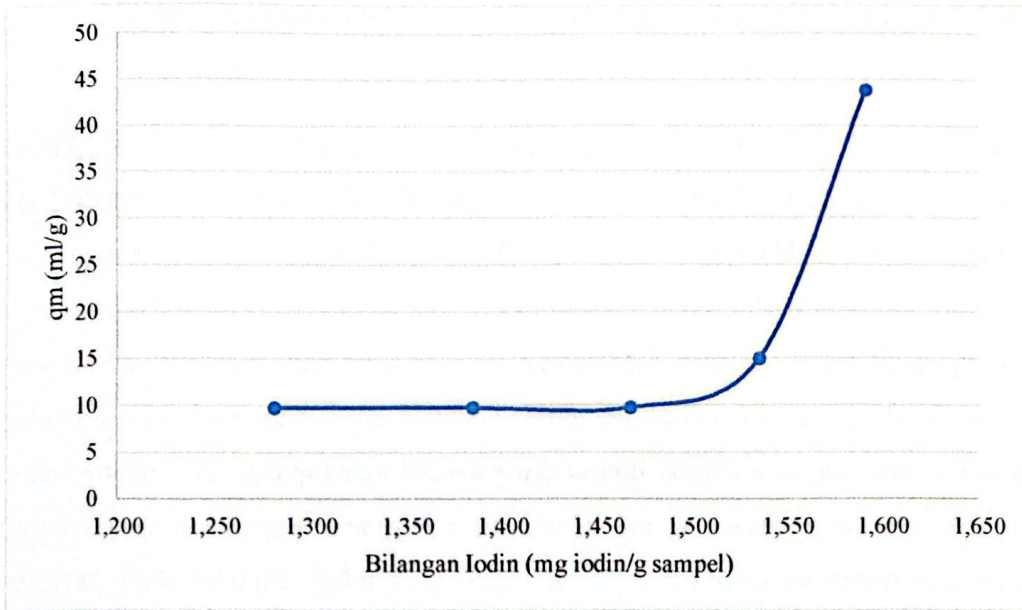
adsorben. Jika diasumsikan tidak terdapat interaksi maka hasil dari perhitungan iodine akan mirip dengan hasil pengukuran. Penerapan hal tersebut pada data hasil penelitian Laksmono dkk., 2019 ditunjukkan pada gambar IV.2.



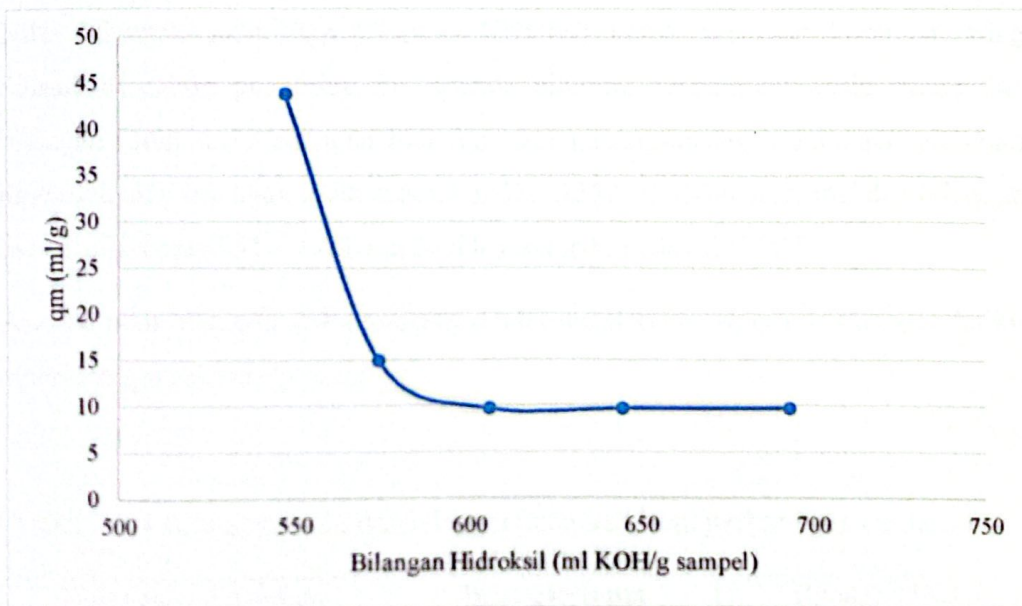
Gambar IV. 2 Bilangan iodine pada berbagai variasi komposisi PVA:Zeo:KA
(Sumber: Laksmono, dkk., 2019)

Dapat dilihat dari gambar IV.2, terdapat perbedaan hasil bilangan iodine yang dihitung dengan hasil bilangan iodine pengukuran. Bilangan iodine hasil pengukuran lebih kecil dibanding bilangan iodine hasil perhitungan. Hal ini membuktikan bahwa adanya interaksi antara ketiga adsorben dalam pembentukan adsorben komposit, serta sesuai dengan hasil dari karakterisasi menggunakan FTIR.

Jika dilihat terhadap korelasi antara kapasitas adsorpsi dengan bilangan iodine dan bilangan hidroksil, maka kapasitas adsorben komposit yang diperoleh oleh Laksmono dkk., 2019, akan menghasilkan kurva seperti pada gambar IV.3.



(a)



(b)

Gambar IV. 3 Nilai q_m vs bilangan (a) iodin dan (b) hidroksil
(sumber: Laksmono, dkk., 2019)

Dari gambar IV.3 (a) dan (b) dapat dilihat hubungan antara bilangan iodin dengan q_m memiliki korelasi, sehingga dengan menghitung bilangan iodin dapat diketahui

daya serap (q_m) dari suatu adsorben, sehingga besarnya daya serap suatu adsorben dapat diwakilkan dengan menghitung hasil uji bilangan iodin.

Pada gambar IV.3 (a) dapat dilihat bahwa kapasitas adsorpsi meningkat dengan bertambahnya bilangan iodin. Sebaliknya, pada gambar IV.3 (b) menunjukkan bahwa meningkatnya nilai hidroksil (HV) tidak menyebabkan bertambahnya kapasitas adsorpsi. Hal ini menunjukkan bahwa pada bilangan iodin rendah, mekanisme adsorpsi didominasi oleh kemisorpsi dimana keberadaan gugus hidroksil lebih berperan. Nilai kapasitas yang cenderung konstan pada bilangan iodin rendah juga menguatkan bahwa yang terjadi adalah adsorpsi secara kimia (kemisorpsi) mengingat kemisorpsi umumnya hanya membentuk satu lapisan adsorpsi. Pada bilangan iodin yang tinggi, adsorpsi berlanjut dengan mekanisme adsorpsi secara fisik karena adanya karbon aktif, yang memiliki luas permukaan dan volume pori jauh lebih besar dari PVA dan zeolit.

Nilai bilangan iodin dan bilangan hidroksil untuk adsorben komposit yang dihasilkan dalam penelitian ini, apabila dihitung berdasarkan rasio massa dan bilangan iodin serta bilangan hidroksil dari masing-masing komponennya, akan diperoleh nilai bilangan iodin sebesar 1331 – 1357 mg iodin/ g sampel dan bilangan hidroksil sebesar 991 – 1208 mg KOH/ g sampel, pada tabel IV.5.

Apabila nilai bilangan iodin tersebut diinterpolasi ke kurva q_m vs bilangan iodin, diperoleh q_m sekitar 9,7 ml/g.

Tabel IV. 4 Bilangan iodin dan bilangan hidroksil hasil perhitungan berdasarkan rasio massa

Komposisi Adsorben	Bilangan Iodin (mg iodin/g sampel)	Bilangan Hidroksil (mg KOH/g sampel)
PVA	1459,9	1035,3
Zeo	1202,0	1380,9
KA	1409,7	556,3
PVA:Zeo:KA=1:1:1	1.357	991
PVA:Zeo:KA=1:1:0,75	1.352	1.030
PVA:Zeo:KA=1:1:0,50	1.347	1.078
PVA:Zeo:KA=1:1:0,25	1.340	1.136
PVA:Zeo:KA=1:1:0	1.331	1.208

Bab V Penutup

V.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan karakterisasi dengan FTIR, terdapat jenis ikatan OH, C-H, C-O, C=O dan C=C. Adanya ikatan OH dan C-O menunjukkan bahwa campuran bahan tersebut cenderung bersifat lebih polar. Sehingga, adsorben komposit berpotensi dapat menyerap air pada campuran etanol-air.
2. Hasil uji bilangan hidroksil, zeolit memiliki nilai yang lebih tinggi, yaitu 1380,8532 mg KOH/g Zeo dan hasil uji bilangan iodin, karbon aktif dan PVA memiliki nilai yang lebih tinggi, yaitu 1409,7402 mg iodin/g KA dan 1459,8843 mg iodin/g PVA.

V.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjut dengan melakukan uji adsorpsi dan karakterisasi menggunakan SEM dan BET agar dapat dilihat kinerja dari adsorben komposit dan agar mendapat hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Syamsudin. 2012: Pengaruh waktu reaksi terhadap bilangan hidroksil pada pembentukan polyol dari epoksidasi cpo dan curcas oil. *Konversi* Vol. 1 No. 1 April 2012. ISSN 2252-7311. Hal. 20-21
- Apriliani, A. 2010: Pemanfaatan arang ampas tebu sebagai adsorben ion logam cd, cr, cu, dan pb dalam air limbah. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.
- Bansal, R. C., & Meenakshi, G. 2005: Activated carbon adsorption. New York: Taylor & Francis Group
- Batutah, Moh. Arif. 2017: Distilasi bertingkat bioetanol dari buah maja (aegle marmelos l.). *Jurnal IPTEK*. Vol.21 No.2, Desember 2017. ISSN:1411-7010
- Fitriana, L. 2009: Analisis kadar bioetanol hasil fermentasi dari pati sago (metroxylyon sago) asal papua. Papua: UNP
- Gaaz, Tayser Sumer., Sulong, A.B., Akhtar, M.N., Kadhum, A.A.H., Mohamad, A.B., dan Al-Amiery, A. 2015: "Properties and applications of polyvinyl alcohol, halloysite nanotubes and their nanocomposites". *Journal list*
- Handrian, Sediawan, Wahyudi Budi., dan Mindaryani, Aswati. 2017: adsorpsi air dari campuran uap etanol-air dengan zeolit sintetis 4a pada *packed bed* dalam rangka produksi fuel grade ethanol. *Jurnal Rekayasa Proses*, Vol. 11, No. 2, 2017, hal. 68-77
- Hendra, Ryan. 2008: Pembuatan karbon aktif berbahan dasar batubara indonesia dengan metode aktivasi fisika dan karakteristiknya. Departemen Teknik Mesin. Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- Jannah, Reni Ainun. 2016: Distilasi adsorptif menggunakan gel silika pada pemurnian etanol. Universitas Negeri Semarang
- Khaidir, 2011: Modifikasi zeolit alam sebagai material molecular sieve dan aplikasinya pada proses dehidrasi bioetanol. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor
- Kusnaedi, 2010: Mengolah air kotor untuk air minum. Depok. Hal. 92
- Kvaalen, Eric, Wankat, Philip C., McKenzie, Bruce A. 1984: Alcohol distillation: basic principles, equipment, performance relationships, and safety. Purdue University. Cooperative Extension Service. West Lafayette, IN 47907
- Laksmono, J.A., Pangesti U.A., Sudibandriyo M., Haryono A., dan Saputra A.H. 2018: Adsorption capacity study of ethanol-water mixture for zeolite, activated carbon, and polyvinyl alcohol. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 105 012025

- Laksmono, J.A., Sudibandriyo M., Haryono A., dan Saputra A.H. 2019: Structured polyvinyl alcohol/zeolite/carbon composites prepared using supercritical fluid extraction techniques as adsorbent for bioethanol dehydration. *International Journal of Chemical Engineering Research Article*
- Laksmono, J.A., Sudibandriyo M., Saputra A.H., dan Haryono A. 2017: Development of porous structured polyvinyl alcohol/zeolite/carbon composite as adsorbent. *Int. Conf. on Key Engineering Materials* (Penang, Malaysia: In Pres)
- Laksmono, Joddy Arya. 2017: ASTM D 4607-94 2006. Metode Uji Standar : Analisa bilangan lodin untuk karbon aktif. Pusat penelitian kimia –lipi. Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Tangerang Selatan
- Masduqi, A dan Assomadi, A.F. 2012: Operasi dan proses pengolahan air. Surabaya: ITS Press.
- Nagarkar, Rigved and Patel, Jatin. 2019: Polyvinyl alcohol: a comprehensive study. *Acta Scientific Pharmaceutical Sciences* 3.4, 34-44
- Nugraha, Yoga. 2016: Pengenalan spektroskopi FTIR (fourier transform infrared). Pasca Sarjana. Universitas Pendidikan Indonesia
- Pratomo, Agung Rizki., Supriani, Fepy., Gunawan, Agustin. 2018: Pengaruh penggunaan zeolit sebagai bahan pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan paving block konvensional. *Jurnal Inersia*. Oktober 2018. Vol.10. No.2. ISSN 2086-9045
- Priyanka, Pingki Chandra, 2013: Performa adsorben sg dan ks dalam pemurnian bioetanol hasil fermentasi singkong (manihot utilissima). Universitas Pendidikan Indonesia
- Safitri, Romadhona. 2016: Pengaruh konsentrasi aktivator dan waktu aktivasi terhadap kualitas karbon aktif dari pelepah kelapa sawit. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang
- Saleh, Abdullah., Ilmi, Putri Nurul., dan Ramdela. 2017: Pengaruh mesh karbon aktif dan laju alir gas terhadap peningkatan metana dalam kualitas compressed natural gas. *Jurnal Teknik Kimia* No. 3, Vol. 23, 166. hal. 165-172
- Senam, Ph.D. 2009: Prospek bioetanol sebagai bahan bakar yang terbarukan dan ramah lingkungan. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, 16 Mei 2009
- Setianto, Buddy. 2016: Analisa seluruh industri sektor dan semua sub sektor saham di bej 2015. Hal.73. Jakarta

- Sudirjo, Emilius. 2005. Penentuan distribusi benzen toluene pada kolom adsorpsi fixed bed carbon active. Jakarta: Jurusan Teknik. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia.
- Susilo, Bambang., Ulfinasari, A., Yulianingsih, Rini. 2018: Pemurnian alkohol menggunakan proses destilasi-adsorpsi dengan penambahan adsorben zeolit sintesis 3 angstrom. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. Vol. 6 No. 1, Januari 2018, 9. 9-18
- Taufany, Fadlilatul., Soewarno, Nonot., Sutanto, Melvina Eliana., dan Girsang, Indi Raisa. 2015: Performance of appended wire mesh packing in sieve tray distillation column of ethanol-water system. *Modern Applied Science*; Vol. 9, No. 7; 2015. ISSN 1913-1844 E-ISSN 1913-1852
- Tanjung, Nurul Hikmah. 2015: Preparasi dan karakterisasi film sambung silang hidrogel pva(poly(vinyl-alcohol)) dan natrium alginat dengan metode freeze-thawing dan metronidazole sebagai model zat aktif. Fakultas Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan. Program Studi Farmasi Jakarta
- Wirawan, I Putu Surya. 2019: Pengembangan dehidrasi bioetanol dengan adsorben karbon aktif bambu petung (*Dendrocalamus asper*). Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor

LAMPIRAN

Lampiran A Lembar Keterangan Permohonan Tugas Akhir



Kementerian
Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI

POLITEKNIK STMI JAKARTA

Jl. Letjen Suprapto No. 28 Cempaka Putih, Jakarta 10510
Telp: (021) 42886064 Fax: (021) 42888208
www.stmi.ac.id



Nomor
Lampiran
Hal

: 126 /BPSDM/STMI/XI/2019
Permohonan Penelitian

Jakarta, 20 November 2019

Kepada
Yth. Bapak/Ibu Pimpinan
Pusat Penelitian Kimia LIPI
Gedung 452 Kawasan PUSPITEK Serpong
Tangerang Banten

Dalam rangka menambah wawasan dan mengaplikasikan teori yang didapat Mahasiswa/i di Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI, dengan ini memohon bantuan Bapak/Ibu agar bersedia menerima mereka yang namanya tersebut di bawah ini untuk melakukan Penelitian di Perusahaan/Instansi yang Bapak/Ibu pimpin selama kurang lebih 6 (enam) bulan.

Adapun nama mahasiswa/i yang akan melakukan Penelitian adalah:

No.	Nama	NIM	Bidang Kompetensi
1.	Mutiara Larashaty	1516058	Proses Produksi

Dalam pelaksanaannya kami mengharapkan bantuan bimbingan Bapak/Ibu agar mahasiswa/i kami dapat melakukannya dengan baik. Untuk selanjutnya kompetensi yang diperoleh dari hasil bimbingan Bapak/Ibu akan dipresentasikan dan mudah-mudahan dapat bermanfaat bagi perusahaan.

Demikian atas bantuan dan kerjasama Bapak/Ibu, kami ucapkan terima kasih.

Pembantu Direktur I,

Dr. Ridzky Kramanandita, S.Kom, M.T
NIP : 19740302 200212 1 001

Tembusan:

1. Direktur STMI;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan;
4. Peninggal

Lampiran B Lembar Surat Tugas

B.1 Dosen Pembimbing Tugas Akhir



BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI

POLITEKNIK STMI JAKARTA

Jl. Letjen Suprpto No. 26 Cempaka Putih, Jakarta 10510
Telp: (021) 42886064 Fax: (021) 42888206

Nomor : 003/BPSDMI/STMI/PP/II/2020 Jakarta, 12 Februari 2020
Lampiran : 1 (satu)
Hal : Penugasan Proses Bimbingan Tugas Akhir Tahun Akademik 2019/2020

Yth. Bapak Dr. Ir Lintong Sopandi Hutahaean, M.Che
Di Jakarta

Berdasarkan Keputusan Direktur Politeknik STMI Jakarta Nomor 01/BPSDMI/STMI/PP/KEP/II/2020 tanggal 02 Januari 2020 tentang pengangkatan Dosen Pembimbing dan Assisten Dosen Pembimbing Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta Tahun Akademik 2019/2020, maka dengan ini kami mengharap bantuan Bapak untuk dapat memberikan bimbingan dalam penulisan / penyusunan Tugas Akhir kepada mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini:

Nama : Mutiara Larashaty
No. Induk : 1516058

Adapun judul Tugas Akhir yang bersangkutan berdasarkan proposal yang terdaftar adalah:

* Studi Kapasitas Adsorpsi Pada Pemurnian Biotanol Menggunakan Adsorben Komposit PVA/ZEO/KA dalam Sistem Hybrid Adsorptive - Distillation Skala Pilot. *

Demikian surat penugasan ini disampaikan. Atas perhatian dan bantuan Bapak kami ucapkan terima kasih.

PII. Direktur 

Mustofa

Tembusan:
1. Pudir 1;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan:



B.2 Asisten Dosen Pembimbing Tugas Akhir



BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI

POLITEKNIK STMI JAKARTA

Jl. Letjen Suprpto No. 26 Cempaka Putih, Jakarta 10510
Telp: (021) 42886064 Fax: (021) 42888206

Nomor : 200 /BPSDMI/STMI/II/2020

Jakarta, 12 Februari 2020

Lampiran : 1 (satu)

Perihal : Asistensi Bimbingan Tugas Akhir
Tahun Akademik 2019/2020

Yth. Bapak Ir. Untung Prayudie, MTA
Di Jakarta

Berdasarkan Surat Keputusan Direktur Politeknik STMI Jakarta No: 01/BPSDMI/STMI/PP/KEP/II/2020 tanggal 02 Januari 2020 tentang pengangkatan Dosen Pembimbing dan Asisten Dosen Pembimbing Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta, Tahun Akademik 2019/2020, maka dengan ini kami mengharap bantuan Bapak untuk dapat memberikan bimbingan dalam penulisan / penyusunan Tugas Akhir kepada mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini:

Nama : Mutiara Larashaty
No. Induk : 1516058

Adapun judul Tugas Akhir mahasiswa tersebut adalah:

" Studi Kapasitas Adsorpsi Pada Pemurnian Bioetanol Menggunakan Adsorben Komposit PVA/ZEO/KA dalam Sistem Hybrid Adsorptive - Distillation Skala Pilot. "

Demikian surat ini kami sampaikan. Atas perhatian dan bantuan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Plt. Direktur

Mustofa

Tembusan:

1. Pudir 1;
2. Ka Prodi TKP;
3. Dosen Pembimbing;
4. Mahasiswa yang bersangkutan;



Lampiran C Lembar Perhitungan Massa PVA, Zeolit, dan Karbon Aktif yang digunakan dalam pembuatan adsorben komposit

Basis 250 g/proses karena keterbatasan alat maka dibuat basis 125 g/proses namun dibuat sebanyak 3x

Variasi ke - 1 → PVA: Zeo:KA = 1: 1: 1,

$$\begin{aligned} \text{PVA} &= \frac{1}{3} \times 125 \text{ g} = 41,67 \text{ g} \\ \text{Zeo} &= \frac{1}{3} \times 125 \text{ g} = 41,67 \text{ g} \\ \text{KA} &= \frac{1}{3} \times 125 \text{ g} = 41,67 \text{ g} \end{aligned}$$

Variasi ke - 2 → PVA: Zeo: KA = 1: 0,75: 1,

$$\begin{aligned} \text{PVA} &= \frac{1}{2,75} \times 125 \text{ g} = 45,46 \text{ g} \\ \text{Zeo} &= \frac{0,75}{2,75} \times 125 \text{ g} = 34,09 \text{ g} \\ \text{KA} &= \frac{1}{2,75} \times 125 \text{ g} = 45,46 \text{ g} \end{aligned}$$

Variasi ke - 3 → PVA: Zeo: KA = 1: 0,50: 1,

$$\begin{aligned} \text{PVA} &= \frac{1}{2,50} \times 125 \text{ g} = 50 \text{ g} \\ \text{Zeo} &= \frac{0,5}{2,50} \times 125 \text{ g} = 25 \text{ g} \\ \text{KA} &= \frac{1}{2,50} \times 125 \text{ g} = 50 \text{ g} \end{aligned}$$

Variasi ke - 4 → PVA: Zeo: KA = 1: 0,25: 1,

$$\begin{aligned} \text{PVA} &= \frac{1}{2,25} \times 125 \text{ g} = 55,56 \text{ g} \\ \text{Zeo} &= \frac{0,25}{2,25} \times 125 \text{ g} = 13,89 \text{ g} \\ \text{KA} &= \frac{1}{2,25} \times 125 \text{ g} = 55,56 \text{ g} \end{aligned}$$

Variasi ke - 5 → PVA: Zeo: KA = 1: 0: 1,

$$\begin{aligned} \text{PVA} &= \frac{1}{2} \times 125 \text{ g} = 62,5 \text{ g} \\ \text{Zeo} &= \frac{0}{2} \times 125 \text{ g} = 0 \text{ g} \\ \text{KA} &= \frac{1}{2} \times 125 \text{ g} = 62,5 \text{ g} \end{aligned}$$

Lampiran D Lembar Prosedur Uji Bilangan Iodin dan Uji Bilangan Hidroksil

D.1 Proses Uji Bilangan Iodin

a. Penyiapan larutan

- i. Larutan HCl (5%). Campurkan 27,027 ml HCl pekat ke dalam 10 ml aquades. Pindahkan ke dalam labu volumetrik 200 ml, larutkan dengan aquades hingga tanda batas dan aduk dengan sempurna.
- ii. *Sodium thiosulfate* (0,1 N). Larutkan 25 g *sodium thiosulfate* dengan 100 ml aquades. Pindahkan ke dalam labu volumetrik 1 L, larutkan dengan aquades hingga tanda batas dan aduk dengan sempurna.
- iii. Larutan iodin (0,1 N). Timbang 12,7 g iodin dan 19,1 g *potassium iodide* (KI) ke dalam gelas beker. Campurkan iodin dan KI, tambahkan 2 – 5 ml aquades ke dalam gelas beaker dan diaduk. Lanjutkan penambahan aquadest (± 5 ml/penambahan) selama proses pengadukan hingga mencapai volume 50 – 60 ml. Simpan larutan minimum 4 jam untuk meyakinkan bahwa seluruh kristal telah larut sempurna. Kemudian pindahkan ke dalam labu ukur 1 L dan larutkan dengan aquades hingga tanda batas. Kemudian simpan larutan dalam botol gelap (proses pembuatan dalam keadaan gelap).
- iv. Larutan *Potassium iodate* (0,1 N). Keringkan 4 g atau lebih *potassium iodate* (KIO_3) pada temperatur $110 \pm 5^\circ C$ selama 2 jam dan dinginkan di dalam desikator. Larutkan sebanyak 3,6 g *potassium iodate* kering dalam 100 ml aquades. Dipindahkan kedalam labu volumetrik 1 L dan larutkan dengan aquades hingga tanda batas.
- v. Larutan *Starch*/amilum. Timbang 1 g amilum, larutkan dengan aquades mendidih dan didihkan 4 hingga 5 menit. Larutan ini harus segar setiap hari pada saat akan digunakan.

b. Standarisasi Larutan

- i. Standarisasi larutan *sodium thiosulfate* (0,1 N). Pipet 25 ml larutan *sodium thiosulfate* kedalam erlenmeyer 250 ml, tambahkan 2 g *potassium iodide* (KI), kemudian diaduk hingga larut sempurna. Pipet 5 ml HCl pekat dan

masukkan kedalam erlenmeyer tersebut. Titrasi jumlah iodine bebas dengan larutan *sodium thiosulfate* hingga berwarna kuning muda terlihat di dalam erlenmeyer. Tambahkan 5 tetes larutan amilum dan titrasi dilanjutkan hingga tetes terakhir menghasilkan larutan tak berwarna pada erlenmeyer. Perhitungan normalitas *sodium thiosulfate* sebagai berikut:

$$N_1 = \frac{P \times R}{S}$$

dengan;

N_1 : sodium tiosulfat, N.

P : *potassium iodate*, ml

R : *potassium iodate*, N.

S : sodium tiosulfat, ml

- ii. Standarisasi larutan iodine (0,1 N). Pipet sebanyak 25 ml larutan iodine erlenmeyer 250 ml kemudian titrasi dengan larutan *sodium thiosulfate* hingga larutan iodine berwarna kuning muda. Tambahkan 5 tetes indikator amilum dan lanjutkan titrasi hingga larutan dalam erlenmeyer menjadi tidak berwarna pada tetes terakhir titrasi. Perhitungan normalitas larutan iodine sebagai berikut:

$$N_2 = \frac{S \times N_1}{I}$$

dengan;

N_2 : iodine, N.

S : *sodium thiosulfate*, ml.

N_1 : *sodium thiosulfate*, N.

I : iodine, ml

D.2 Penentuan Uji Bilangan Iodin

- a. Timbang $\pm 0,5$ g PVA, karbon aktif, dan zeolit masukkan ke dalam Erlenmeyer 250 ml (dilengkapi dengan tutupnya), Pipet larutan HCl 5% sebanyak 10 ml kedalam masing-masing erlenmeyer yang berisi sampel. Kemudian tutup masing-masing erlenmeyer dan kocok. Lepaskan tutup erlenmeyer, kemudian tempatkan diatas *hotplate* dan dididihkan di dalam lemari asam, dilakukan selama 30 s untuk menghilangkan senyawa sulfur

- yang akan mempengaruhi hasil uji. Pindahkan erlenmeyer dan dinginkan pada temperatur ruangan. Pipet sebanyak 100 ml larutan iodine 0,1 N ke dalam masing-masing erlenmeyer. Segera melakukan penambahan larutan iodine ke dalam labu hingga tidak ada *delay* dalam penanganannya. Kemudian segera tutup erlenmeyer dan kocok erlenmeyer dengan agak keras selama 30 s. Kemudian campuran difiltrasi menggunakan selembar kertas saring (Whatman No. 2V atau yang sejenis) ke dalam gelas beker.
- b. Untuk setiap filtrat, kocok filtrat yang berada dalam gelas beker, pipet sebanyak 20 ml filtrat dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml. Titrasi masing-masing filtrat dengan larutan *sodium thiosulfate* hingga larutan berwarna kuning pucat. Tambahkan 20 tetes larutan indikator amilum dan lanjutkan titrasi menggunakan larutan *sodium thiosulfate* hingga menghasilkan larutan tak berwarna pada tetes terakhirnya. Catat volume larutan *sodium thiosulfat* yang digunakan.

D.3 Proses Uji Bilangan Hidroksil

a. Pembuatan larutan

i. Larutan NaOH 0,5 M

10 gram NaOH dilarutkan dalam 500 ml aquades kemudian diaduk dengan *stirrer* hingga larutan homogen.

ii. Fenolftalein dalam piridin (indikator pp)

Timbang 0,1 gram fenolftalein dilarutkan dengan 100 ml piridin kemudian diaduk dengan *stirrer* hingga larutan homogen.

iii. Pereaksi Asetilasi

12,7 ml asetat anhidrida dilarutkan dengan 100 ml piridin dimasukkan ke dalam gelas beker kemudian aduk dengan *stirrer* selama 10 menit hingga larutan homogen.

b. Standarisasi

i. Standarisasi NaOH 0,5 M

Larutkan 1 gram asam oksalat dalam 25 ml aquades, tambah indikator pp sebanyak 5 tetes kemudian dititrasi dengan NaOH 0,5 M sampai larutan berwarna merah muda.

$$m \text{ asam oksalat} = m \text{ NaOH}$$

$$2 \times (\text{massa}/\text{Mr asam oksalat}) = (m \times v) \text{ NaOH}$$

D.4 Penentuan Uji Bilangan Hidroksil

a. Penentuan bilangan hidroksil dalam sampel (PVA, zeolit, dan KA)

Timbang 1 gram sampel dilarutkan dengan 5 ml pereaksi asetilasi lalu direfluks selama 1 jam pada suhu 98°C, tambah 20 ml aquades dan 20 tetes indikator pp dalam piridin, titrasi dengan NaOH 0,5 M sampai berwarna merah muda (2 kali percobaan).

b. Keasaman sampel

Timbang 1 gram sampel dan larutkan dalam 5 ml piridin tambahkan 20 ml aquades dan 20 tetes indikator pp dalam piridin, titrasi dengan NaOH 0,5 M sampai larutan berwarna merah muda.

c. Bilangan hidroksil dalam blanko

Lima mililiter pereaksi asetilasi direfluks selama 1 jam pada suhu 98°C kemudian ditambah 20 ml aquades dan 20 tetes indikator pp dalam piridin, titrasi dengan NaOH 0,5 M sampai larutan berwarna merah muda.

d. Keasaman blanko

Campurkan 5 ml piridin dengan 25 ml aquades ditambah 20 tetes indikator pp dalam piridin, titrasi dengan NaOH 0,5 M hingga larutan berwarna merah muda.

Lampiran E Lembar Perhitungan Uji Bilangan Iodin dan Uji Bilangan Hidroksil

E.1 Uji bilangan iodin dan uji bilangan hidroksil

Uji bil. Iodin (untuk mengetahui kapasitas daya serap terhadap iodin); sebelum uji bil iodin maka dilakukan standarisasi pada tiap – tiap bahan yang dibuat agar sesuai dengan yang dibutuhkan.

1. Standarisasi larutan uji iodin

a. Standarisasi larutan *sodium thiosulfate*, Na₂S₂O₃ 0,1 N (I)

Percobaan I	Massa KIO ₃ = 0,1011 g
	Volume Na ₂ S ₂ O ₃ = 19,30 ml
	$N = \frac{\text{g KIO}_3}{0,03567 \times \text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = \frac{0,1011 \text{ g}}{0,03567 \times 19,30 \text{ ml}} = 0,14685 \text{ N}$
Percobaan II	Massa KIO ₃ = 0,1007 g
	Volume Na ₂ S ₂ O ₃ = 19,00 ml
	$N = \frac{\text{g KIO}_3}{0,03567 \times \text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = \frac{0,1007 \text{ g}}{0,03567 \times 19,00 \text{ ml}} = 0,14858 \text{ N}$
	$\bar{X} = \frac{0,14685 + 0,14858}{2} = 0,147715 \text{ N} \sim 0,1477 \text{ N}$

b. Standarisasi larutan *sodium thiosulfate*, Na₂S₂O₃ 0,1 N (II)

Percobaan I	Massa KIO ₃ = 0,1008 g
	Volume Na ₂ S ₂ O ₃ = 19,60 ml
	$N = \frac{\text{g KIO}_3}{0,03567 \times \text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = \frac{0,1008 \text{ g}}{0,03567 \times 19,60 \text{ ml}} = 0,14417 \sim 0,1442 \text{ N}$

c. Standarisasi larutan iodin 0,1 N (I)

Percobaan I	Normalitas, N1 Na ₂ S ₂ O ₃ = 0,147715 N	Volume iodin, I = 25,00 ml
	Volume, S Na ₂ S ₂ O ₃ = 15,80 ml	

	$N = \frac{S \times N_1}{I} = \frac{15,8 \text{ ml} \times 0,1477 \text{ N}}{25 \text{ ml}} = 0,0933 \text{ N}$	
Percobaan II	Normalitas, $N_1 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 0,147717 \text{ N}$	Volume iodin, I = 25,00 ml
	Volume, S $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 15,90 \text{ ml}$	
	$N = \frac{S \times N_1}{I} = \frac{15,9 \text{ ml} \times 0,1477 \text{ N}}{25 \text{ ml}} = 0,0939 \text{ N}$	
	$\bar{X} = \frac{0,0933 + 0,0939}{2} = 0,0936 \text{ N}$	

d. Standarisasi larutan iodin 0,1 N (II)

Percobaan I	Normalitas, $N_1 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 0,147715 \text{ N}$	Volume iodin, I = 25,00 ml
	Volume, S $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 16,60 \text{ ml}$	
	$N = \frac{S \times N_1}{I} = \frac{16,60 \text{ ml} \times 0,1477 \text{ N}}{25 \text{ ml}} = 0,09807 \text{ N} \sim 0,0981 \text{ N}$	

2. Uji iodin

a. PVA

Kadar air = 0,74		
PVA I	Massa PVA = 0,5018 g	Volume II = 9,30 ml
	Volume I = 9,50 ml	$\bar{X} = \frac{9,50 + 9,30}{2} = 9,40 \text{ ml}$
	$A = 12693 \times N \text{ larutan iodin} = 12693 \times 0,0981 = 1245,1833$	
	$B = 126,93 \times N \text{ larutan } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ (II)} = 126,93 \times 0,1442 = 18,3033$	
	$DF = \frac{I+H}{F} = \frac{50 \text{ ml iod} + 10 \text{ ml HCl}}{20 \text{ ml filtrat}} = 3$	
	$\text{Bil. Iodin} = \frac{X}{M} = \frac{(A - (DF \times B \times S))}{M} = \frac{(1245,1833 - (3 \times 18,3033 \times 9,4))}{0,5018} = 1452,8303$	
PVA II	Massa PVA = 0,5015 g	Volume II = 9,20 ml
	Volume I = 9,50 ml	$\bar{X} = \frac{9,50 + 9,30}{2} = 9,35 \text{ ml}$

	A = 12693 X N larutan iodin = 12693 X 0,0981 = 1245,1833	
	B = 126,93 X N larutan Na ₂ S ₂ O ₃ (II) = 126,93 X 0,1442 = 18,3033	
	$DF = \frac{I+H}{F} = \frac{50 \text{ ml iod}+10 \text{ ml HCl}}{20 \text{ ml filtrat}} = 3$	
	$Bil. \text{ Iodin} = \frac{X}{M} = \frac{(A-(DF \times B \times S))}{M} = \frac{(1245,1833-(3 \times 18,3033 \times 9,35))}{0,5015} = 1459,1740$	
	$\bar{X} = \frac{1452,8303+1459,1740}{2} = 1456,0022$	
Kadar air = 2.33		
PVA I	Massa PVA = 0,5046 g	Volume II = 9,30 ml
	Volume I = 9,10 ml	$\bar{X} = \frac{9,10+9,30}{2} = 9,2 \text{ ml}$
	A = 12693 X N larutan iodin = 12693 X 0,0981 = 1245,1833	
	B = 126,93 X N larutan Na ₂ S ₂ O ₃ (I) = 126,93 X 0,1477 = 18,7476	
	$DF = \frac{I+H}{F} = \frac{50 \text{ ml iod}+10 \text{ ml HCl}}{20 \text{ ml filtrat}} = 3$	
	$Bil. \text{ Iodin} = \frac{X}{M} = \frac{(A-(DF \times B \times S))}{M} = \frac{(1245,1833-(3 \times 18,7476 \times 9,2))}{0,5046} = 1442,2306$	
PVA II	Massa PVA = 0,5012 g	Volume II = 9,30 ml
	Volume I = 9,30 ml	$\bar{X} = \frac{9,30+9,30}{2} = 9,30 \text{ ml}$
	A = 12693 X N larutan iodin = 12693 X 0,0981 = 1245,1833	
	B = 126,93 X N larutan Na ₂ S ₂ O ₃ (I) = 126,93 X 0,1477 = 18,7476	
	$DF = \frac{I+H}{F} = \frac{50 \text{ ml iod}+10 \text{ ml HCl}}{20 \text{ ml filtrat}} = 3$	
	$Bil. \text{ Iodin} = \frac{X}{M} = \frac{(A-(DF \times B \times S))}{M} = \frac{(1245,1833-(3 \times 18,7476 \times 9,30))}{0,5012} = 1440,7926$	
	$\bar{X} = \frac{1442,2306+1440,7926}{2} = 1440,7926$	

b. KA

Kadar air = 3,05		
KA I	Massa KA = 0,5007 g	Volume II = 9,80 ml
	Volume I = 9,80 ml	$\bar{X} = \frac{9,80 + 9,80}{2} = 9,80 \text{ ml}$
	A = 12693 X N larutan iodin = 12693 X 0,0981 = 1245,1833	
	B = 126,93 X N larutan Na ₂ S ₂ O ₃ (II) = 126,93 X 0,1442 = 18,3033	
	$DF = \frac{I+H}{F} = \frac{50 \text{ ml iod} + 10 \text{ ml HCl}}{20 \text{ ml filtrat}} = 3$	
	Bil. Iodin = $\frac{X}{M} = \frac{(A - (DF \times B \times S))}{M} = \frac{(1245,1833 - (3 \times 18,3033 \times 9,80))}{0,5007} = 1412,1555$	
KA II	Massa KA = 0,5010 g	Volume II = 9,80 ml
	Volume I = 9,90 ml	$\bar{X} = \frac{9,90 + 9,80}{2} = 9,85 \text{ ml}$
	A = 12693 x N larutan iodin = 12693 X 0,0981 = 1245,1833	
	B = 126,93 x N larutan Na ₂ S ₂ O ₃ (II) = 126,93 X 0,1442 = 18,3033	
	$DF = \frac{I+H}{F} = \frac{50 \text{ ml iod} + 10 \text{ ml HCl}}{20 \text{ ml filtrat}} = 3$	
	Bil. Iodin = $\frac{X}{M} = \frac{(A - (DF \times B \times S))}{M} = \frac{(1245,1833 - (3 \times 18,3033 \times 9,85))}{0,5010} = 1405,8299$	
	$\bar{X} = \frac{1412,1555 + 1405,8299}{2} = 1408,9927$	
Kadar air = 10,60		
KA I	Massa KA = 0,5005 g	Volume II = 10,30 ml
	Volume I = 10,30 ml	$\bar{X} = \frac{10,30 + 10,30}{2} = 10,30 \text{ ml}$
	A = 12693 X N larutan iodin = 12693 X 0,0981 = 1245,1833	
	B = 126,93 X N larutan Na ₂ S ₂ O ₃ (I) = 126,93 X 0,1477 = 18,7476	
	$DF = \frac{I+H}{F} = \frac{50 \text{ ml iod} + 10 \text{ ml HCl}}{20 \text{ ml filtrat}} = 3$	

	$\text{Bil. Iodin} = \frac{X}{M} = \frac{(A - (DF \times B \times S))}{M} = \frac{(1245,1833 - (3 \times 18,7476 \times 9,2))}{0,5005} = 1330,4345$	
KA II	Massa KA = 0,5001 g	Volume II = 10,30 ml
	Volume I = 10,30 ml	$\bar{X} = \frac{10,30 + 10,30}{2} = 10,30 \text{ ml}$
	A = 12693 X N larutan iodin = 12693 X 0,0981 = 1245,1833	
	B = 126,93 X N larutan Na ₂ S ₂ O ₃ (I) = 126,93 X 0,1477 = 18,7476	
	$DF = \frac{I+H}{F} = \frac{50 \text{ ml iod} + 10 \text{ ml HCl}}{20 \text{ ml filtrat}} = 3$	
	$\text{Bil. Iodin} = \frac{X}{M} = \frac{(A - (DF \times B \times S))}{M} = \frac{(1245,1833 - (3 \times 18,7476 \times 10,30))}{0,5001} = 1331,4986$	
	$\bar{X} = \frac{1330,4345 + 1331,4986}{2} = 1330,9666$	

c. Zeolit

Kadar air = 1,95		
Zeolit I	Massa Zeolit = 0,5019 g	Volume II = 11,70 ml
	Volume I = 11,60 ml	$\bar{X} = \frac{11,60 + 11,70}{2} = 11,65 \text{ ml}$
	A = 12693 X N larutan iodin = 12693 X 0,0981 = 1245,1833	
	B = 126,93 X N larutan Na ₂ S ₂ O ₃ (II) = 126,93 X 0,1442 = 18,3033	
	$DF = \frac{I+H}{F} = \frac{50 \text{ ml iod} + 10 \text{ ml HCl}}{20 \text{ ml filtrat}} = 3$	
	$\text{Bil. Iodin} = \frac{X}{M} = \frac{(A - (DF \times B \times S))}{M} = \frac{(1245,1833 - (3 \times 18,3033 \times 11,65))}{0,5019} = 1206,3817$	
Zeolit II	Massa Zeolit = 0,5009 g	Volume II = 11,70 ml
	Volume I = 11,80 ml	$\bar{X} = \frac{11,80 + 11,70}{2} = 11,75 \text{ ml}$
	A = 12693 X N larutan iodin = 12693 X 0,0981 = 1245,1833	
	B = 126,93 X N larutan Na ₂ S ₂ O ₃ = 126,93 X 0,1442 = 18,3033	

	$DF = \frac{l+H}{F} = \frac{50 \text{ ml lod} + 10 \text{ ml HCl}}{20 \text{ ml filtrat}} = 3$
	$\text{Bil. Iodin} = \frac{X}{M} = \frac{(A - (DF \times B \times S))}{M} = \frac{(1245,1833 - (3 \times 18,3033 \times 11,75))}{0,5009} = 1197,8279$
	$\bar{X} = \frac{1206,3817 + 1197,8279}{2} = 1202,1048$

E.1.2 Uji bil. Hidroksil

1. Standarisasi uji hidroksil

a. Standarisasi larutan NaOH dititrasi dengan asam oksalat

Percobaan	Massa NaOH = 10,4003 g	Volume NaOH = 500 ml
I	Massa C ₂ H ₂ O ₄ = 0,1085 g = 108,5 mg	Volume C ₂ H ₂ O ₄ = 3,4 ml
II	Massa C ₂ H ₂ O ₄ = 0,1101 g = 110,1 mg	Volume C ₂ H ₂ O ₄ = 3,6 ml
III	Massa C ₂ H ₂ O ₄ = 0,1030 g = 103,0 mg	Volume C ₂ H ₂ O ₄ = 3,3 ml
	$N = \frac{\text{mg C}_2\text{H}_2\text{O}_4}{\text{ml NaOH} \times \frac{\text{mr C}_2\text{H}_2\text{O}_4}{\text{BE C}_2\text{H}_2\text{O}_4}} = \frac{108,5}{3,40 \times \frac{126,07}{2}} = 0,5063 \text{ N}$	
	$N = \frac{\text{mg C}_2\text{H}_2\text{O}_4}{\text{ml NaOH} \times \frac{\text{mr C}_2\text{H}_2\text{O}_4}{\text{BE C}_2\text{H}_2\text{O}_4}} = \frac{110,1}{3,60 \times \frac{126,07}{2}} = 0,4852 \text{ N}$	
	$N = \frac{\text{mg C}_2\text{H}_2\text{O}_4}{\text{ml NaOH} \times \frac{\text{mr C}_2\text{H}_2\text{O}_4}{\text{BE C}_2\text{H}_2\text{O}_4}} = \frac{103,0}{3,30 \times \frac{126,07}{2}} = 0,4952 \text{ N}$	
	$\bar{X} = \frac{0,5063 + 0,4952}{2} = 0,5008 \text{ N}$	

2. Uji hidroksil

a. PVA

Kadar air = 0,99		
	Blanko, B = 27,1 ml	
PVA I	Massa = 0,0111 g	Volume, A = 26,80 ml
PVA II	Massa = 0,0114 g	Volume, A = 26,90 ml
	$\text{Hidroksil PVA I} = \frac{[(B-A) \times N \times 56,1]}{W} = \frac{[(27,1 - 26,8) \times 0,5008 \times 56,1]}{0,0111} = 759,3210$	

	$\text{Hidroksil PVA II} = \frac{[(B-A) \times N \times 56,1]}{W} = \frac{[(27,1-26,9) \times 0,5008 \times 56,1]}{0,0114} = 492,8926$
	$\bar{X}\text{hidroksil PVA} = \frac{759,3210+492,8926}{2} = 626,1068$
	Koreksi keasaman PVA; Massa = 0,0103 g; Blanko, B = 0,05 ml; volume, A = 0,2 ml
	$\text{Koreksi keasaman PVA} = \frac{[(A-B) \times N \times 56,1]}{W} = \frac{[(0,2-0,05) \times 0,5008 \times 56,1]}{0,0103} = 409,1487$
	$\text{Bil. Hidroksil} = \bar{X}\text{hidroksil PVA} + \text{koreksi keasaman} = 626,1068 + 409,1487 = 1035,2555$

b. KA

Kadar air = 3,73	
	Blanko, B = 27,1 ml
KA I	Massa = 0,0101 g Volume, A = 26,90 ml
KA II	Massa = 0,0101 g Volume, A = 26,90 ml
	$\text{Hidroksil KA I} = \frac{[(B-A) \times N \times 56,1]}{W} = \frac{[(27,1-26,9) \times 0,5008 \times 56,1]}{0,0101} = 556,3343$
	Koreksi keasaman KA; Massa = 0,0113 g; Blanko, B = 0,05 ml; volume, A = 0,05 ml
	$\text{Koreksi keasaman KA} = \frac{[(A-B) \times N \times 56,1]}{W} = \frac{[(0,05-0,05) \times 0,5008 \times 56,1]}{0,0113} = 0$
	$\text{Bil. Hidroksil} = \bar{X}\text{hidroksil KA} + \text{koreksi keasaman} = 556,3343 + 0 = 556,3343$

c. Zeolit

Kadar air = 0,99	
	Blanko, B = 27,1 ml

Zeolit I	Massa = 0,0122 g	Volume, A = 26,60 ml
Zeolit II	Massa = 0,0124 g	Volume, A = 26,50 ml
	$\text{Hidroksil zeolit I} = \frac{[(B-A) \times N \times 56,1]}{W} = \frac{[(27,1-26,6) \times 0,5008 \times 56,1]}{0,0122} = 1151,4295$	
	$\text{Hidroksil zeolit II} = \frac{[(B-A) \times N \times 56,1]}{W} = \frac{[(27,1-26,5) \times 0,5008 \times 56,1]}{0,0124} = 1359,4297$	
	$\bar{X}\text{hidroksil zeolit} = \frac{1151,4295+1359,4297}{2} = 1255,4296$	
	Koreksi keasaman zeolit; Massa = 0,0112 g; Blanko, B = 0,05 ml; volume, A = 0,1 ml	
	$\text{Koreksi keasaman zeolit} = \frac{[(A-B) \times N \times 56,1]}{W} = \frac{[(0,1-0,05) \times 0,5008 \times 56,1]}{0,0112} = 125,4236$	
	$\text{Bil. Hidroksil} = \bar{X}\text{hidroksil zeolit} + \text{koreksi keasaman} = 1255,4296 + 125,4236 = 1380,8532$	