



**MODIFIKASI ADSORBEN BERBASIS KAYU RANDU DENGAN
METODE PEMANASAN DAN APLIKASINYA SEBAGAI PENJERAP
ZAT WARNA *METHYL VIOLET* PADA LIMBAH INDUSTRI BATIK**

TUGAS AKHIR

**Disajikan sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Ahli Madya Program Studi Teknik Kimia**

Oleh :

Dwi Maziyyah Fatin

5511312022

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2015**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama Mahasiswa : Dwi Maziyyah Fatin
NIM : 5511312022

Tugas Akhir

Judul : **Modifikasi Adsorben Berbasis Kayu Randu dengan Metode Pemanasan dan Aplikasinya sebagai Penjerap Zat Warna *Methyl violet* pada Limbah Industri Batik**

Telah disetujui oleh Pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Tugas Akhir.

Pembimbing



Dr. Widi Astuti, S.T., M.T.
NIP. 19731017 200003 2 001

PENGESAHAN KELULUSAN

Tugas Akhir

Judul : **Modifikasi Adsorben Berbasis Kayu Randu dengan Metode Pemanasan dan Aplikasinya sebagai Penjerap Zat Warna *Methyl violet* pada Limbah Industri Batik**

Oleh : Dwi Maziyyah Fatin
NIM 5511312022

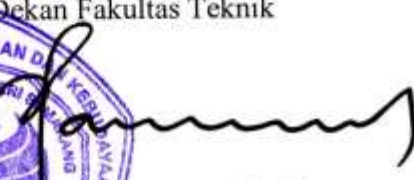
Telah dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, dan disahkan pada:

Hari :


Tanggal :

Dekan Fakultas Teknik




Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd.
NIP. 19660215 199102 1 001

Ketua Prodi Teknik Kimia DIII


Dr. Ratna Dewi K., S.T., M.T.
NIP. 19760311 200012 2 001

Penguji



Dr. Dewi Selvia Fardhyanti, S.T., M.T.
NIP. 19710316 199903 2 002

Pembimbing



Dr. Widi Astuti, S.T., M.T.
NIP. 19731017 200003 2 001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Dimana ada kemauan, disitu ada jalan.
2. “Hai orang-orang yang beriman, Jadikanlah sabar dan shalatmu Sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar” (Al-Baqarah: 153).
3. Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah.

PERSEMBAHAN

1. Ibu, Abah, dan saudara-saudaraku tercinta
2. Dosen-dosenku yang luar biasa
3. Sahabat-sahabatku
4. Almamaterku

INTISARI

Fatin, Dwi Maziyyah. 2015. *Modifikasi Adsorben Berbasis Kayu Randu dengan Metode Pemanasan dan Aplikasinya sebagai Penjerap Zat Warna Methyl violet pada Limbah Industri Batik*. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Kimia DIII, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Pembimbing Dr. Widi Astuti, S.T., M.T.

Perkembangan ilmu pengetahuan saat ini menyebabkan pertambahan jumlah industri semakin meningkat. Pertambahan jumlah industri membawa akibat meningkatnya beban pencemaran yang disebabkan oleh pembuangan limbah zat warna, salah satunya *methyl violet*. Berbagai pengolahan limbah telah banyak dipelajari, diantaranya adsorpsi. Adsorpsi dengan adsorben berbasis biomaterial merupakan metode yang paling murah dan mudah diterapkan. Sebagai alternatif digunakan serbuk kayu randu yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Kayu randu mengandung lignoselulosa yang tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai adsorben untuk menyerap zat warna *methyl violet*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakterisasi adsorben kayu randu setelah dimodifikasi dan kemampuannya sebagai adsorben dalam menyerap zat warna *methyl violet* pada limbah industri batik.

Tahapan-tahapan dalam pembuatan adsorben dari kayu randu meliputi preparasi, pengadukan, pencucian, dan aktivasi. Tahapan preparasi bertujuan untuk menghilangkan pengotor yang terkandung dalam serbuk kayu randu, tahap pengadukan dengan stirrer bertujuan untuk melepaskan kandungan senyawa-senyawa penghambat proses adsorpsi yang ada didalam bahan, tahap pencucian dilakukan untuk menghilangkan kandungan senyawa-senyawa penghambat proses adsorpsi, dan tahap akhir yaitu pemanasan menggunakan oven pada suhu 105⁰C dan suhu 200⁰C, dengan tujuan untuk merubah struktur permukaan kayu randu sehingga meningkatkan kemampuan adsorpsi. Adsorben yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk mengadsorpsi zat warna *methyl violet* dengan variasi waktu 5, 10, 15, 30, 60, 90, 120, 180 menit dan variasi konsentrasi awal 50, 100, 150, dan 200 ppm. Larutan *methyl violet* yang telah diadsorpsi diukur nilai absorbansinya menggunakan Spektrofotometer *UV-Vis Thermo scientific* dan adsorben diidentifikasi karakterisasinya dengan analisis FTIR (*Fourier Transform Infra Red*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanasan dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi zat warna *methyl violet* pada konsentrasi dibawah 150 mg/L, pH optimum adsorpsi *methyl violet* dengan serbuk kayu randu adalah pH 7, dan waktu kesetimbangan dicapai setelah 10 menit. Ditinjau dari segi kesetimbangan model Isotem Freundlich lebih sesuai dengan nilai tetapan n sebesar 0,368 dan k_F sebesar 4,415. Sementara ditinjau dari segi kinetika adsorpsi model *pseudo second order* lebih sesuai dengan nilai k_2 sebesar 20.040 L/gmol.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul, **“Modifikasi Adsorben Berbasis Kayu Randu dengan Metode Pemanasan dan Aplikasinya sebagai Penjerap Zat Warna *Methyl violet* pada Limbah Industri Batik”**. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Diploma III untuk mendapatkan gelar Ahli Madya Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan karunia kepadaku sampai detik ini.
2. Kedua orang tua yang telah bekerja keras dan selalu mendoakanku.
3. Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
4. Dr. Ratna Dewi Kusumaningtyas, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia DIII.
5. Dr. Widi Astuti, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang selalu memberi bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan Tugas Akhir.
6. Dr. Dewi Selvia Fardhyanti, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan pengarahan dalam penyempurnaan penyusunan Tugas Akhir.
7. Bapak/Ibu Dosen Teknik Kimia yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat.
8. Teman-teman Teknik Kimia DIII yang selalu membantu, menemani, dan menyemangati saya.
9. Semua pihak yang telah mendukung penulis dalam penyelesaian laporan.

Semoga laporan Tugas akhir ini dapat bermanfaat dan memberikan banyak pengetahuan bagi yang membacanya.

Semarang, April 2015

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN KELULUSAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
INTISARI	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
BAB II. KAJIAN PUSTAKA	
2.1. Kayu Randu	4
2.2. Lignoselulosa	5
2.3. Adsorpsi	7
2.3.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi Adsorpsi	9
2.4. Kesetimbangan Adsorpsi Cair-cair	10
2.5. Kinetika Adsorpsi	11
2.7. Zat Warna <i>Methyl violet</i>	12
BAB III. PROSEDUR KERJA	
3.1 Alat	15

3.2 Bahan	16
3.3 Rangkaian Alat	16
3.4 Cara Kerja.....	16
3.4.1 Pembuatan adsorben dari kayu randu	16
3.4.2 Aktivasi adsorben	16
3.4.3 Pembuatan larutan <i>methyl violet</i> konsentrasi 50, 100, 150, 200 mg/L. 17	
3.4.4 Pembuatan larutan standar larutan <i>methyl violet</i>	17
3.4.5 Penentuan waktu kontak maksimum	17
3.4.6 Penentuan pH optimum	17
3.4.7 Pembuatan Kurva Isoterm Adsorpsi.....	18
3.4.8 Analisis FTIR.....	18

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Modifikasi Kayu Randu sebagai Adsorben	19
4.2 Kemampuan Adsorpsi Kayu Randu Termodifikasi terhadap Zat Warna Methyl Violet.....	19
4.2.1. Pembuatan kurva standar zat warna <i>methyl violet</i>	19
4.2.2. Pengaruh suhu pemanasan serbuk kayu randu terhadap kemampuan adsorpsi untuk <i>methyl violet</i>	21
4.2.3. Pengaruh pH larutan terhadap jumlah <i>methyl violet</i> teradsorpsi.....	23
4.2.4. Pengaruh waktu kontak terhadap jumlah <i>methyl violet</i> teradsorpsi	24
4.2.5. Mekanisme adsorpsi <i>methyl violet</i> oleh serbuk kayu randu.....	25
4.2.6. Sifat adsorpsi <i>methyl violet</i> oleh serbuk kayu randu	26
4.3 Isoterm Adsorpsi.....	27
4.4 Kinetika Adsorpsi	28

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan.....	31
5.2 Saran	31

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data absorbansi larutan zat warna <i>methyl violet</i>	20
Tabel 4.2 Ralat rerata Model Isoterm Langmuir dan Freundlich	27
Tabel 4.3 Nilai tetapan model <i>pseudo first order</i> dan <i>pseudo second order</i>	29
Tabel 4.4 Nilai qt model <i>pseudo first order</i> dan <i>pseudo second order</i>	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pohon Kayu Randu (<i>Ceiba pentandra L. Gaerner</i>).....	4
Gambar 2.2. Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir (Maron, 1974).....	10
Gambar 2.3. Kurva Isoterm Adsorpsi Freundlich (Maron, 1974)	11
Gambar 2.4. Struktur <i>Methyl violet 2B</i>	13
Gambar 3.1. Rangkaian Alat adsorpsi	16
Gambar 4.1. Reaksi Degradasi Selulosa oleh Pemanasan	19
Gambar 4.2. Kurva Standar larutan zat warna <i>methyl violet</i>	20
Gambar 4.3. Pengaruh Suhu Pemanasan terhadap Massa Adsorben.....	21
Gambar 4.4. Pengaruh Konsentrasi Awal terhadap Jumlah Adsorpsi <i>methyl violet</i> Teradsorpsi (%)	22
Gambar 4.5. Pengaruh pH terhadap jumlah <i>methyl violet</i> teradsorpsi (%)	23
Gambar 4.6. Pengaruh waktu (t) terhadap Jumlah <i>methyl violet</i> Teradsorpsi	24
Gambar 4.7. Kurva Spektrum FTIR	25
Gambar 4.8. Pengaruh Jenis Adsorben terhadap <i>Methyl Violet</i> Teradsorpsi.....	26
Gambar 4.9. Grafik hubungan C_{μ} data dan C_{μ} model terhadap C_e	28
Gambar 4.10. Grafik model <i>pseudo first order</i>	29
Gambar 4.11. Grafik model <i>pseudo second</i>	30
Gambar 4.12. Grafik hubungan qt vs t	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Skema Kerja	34
Lampiran 2 Pembuatan Larutan	38
Lampiran 3 Perhitungan konsentrasi larutan setelah adsorpsi	39
Lampiran 4 Perhitungan Jumlah zat warna yang teradsorpsi	40
Lampiran 5 Data Perhitungan Isoterm Adsorpsi Langmuir dan Freundlich	41
Lampiran 6 Perhitungan <i>Pseudo First Order</i> dan <i>Pseudo Second Order</i>	42
Lampiran 7 Gambar Praktikum	43
Lampiran 8 Hasil analisis FTIR	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan saat ini menyebabkan penambahan jumlah industri semakin meningkat. Pertambahan jumlah industri membawa akibat meningkatnya beban pencemaran yang disebabkan oleh pembuangan limbah industri dan rumah tangga. Penanganan limbah yang kurang memperhatikan baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan oleh pemerintah terjadi karena fasilitas atau peralatan yang kurang memadai untuk menangani dan mengelola limbah tersebut.

Limbah cair sebagai hasil samping dari aktivitas industri sering menimbulkan permasalahan bagi lingkungan. Salah satu industri yang menghasilkan limbah cair yaitu industri batik yang berasal dari proses pewarnaan batik menggunakan pewarna sintesis naptol, *methyl violet*, remasol, indigosol, dan sejenisnya. Pewarna-pewarna berbahan kimia itu tergolong tidak ramah lingkungan. Apabila mengalir ke dalam tanah, bahan-bahan itu dapat merusak ekosistem tanah. Karena bakteri tanah tidak mampu mendegradasi bahan-bahan kimia tersebut. Bukan hanya itu, jika masuk ke dalam tubuh bahan-bahan yang bersifat karsinogenik itu akan membahayakan manusia (Brono, 2010).

Berbagai metode telah banyak dilakukan untuk menangani permasalahan limbah industri khususnya penghilangan zat warna *methyl violet*, antara lain dengan metode koagulasi, penukar ion, dan ozonasi. Tetapi metode-metode tersebut membutuhkan biaya yang relatif tinggi dalam pengoperasiannya. Ramadhani dkk (2012) berhasil menurunkan kadar *methyl violet* menggunakan fotokatalitik $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$. Namun, proses ini juga sulit diterapkan terutama di industri rumah tangga karena memerlukan biaya yang mahal.

Metode adsorpsi merupakan metode yang mudah diterapkan dan mempunyai keefektifan yang tinggi dalam penghilangan zat warna *methyl violet*.

Pada beberapa penelitian, adsorben yang seringkali digunakan dalam proses adsorpsi adalah karbon aktif, silika, perlite, zeolit, tanah liat, abu layang, dan kayu/biomaterial. Dalam penelitian ini digunakan adsorben biomaterial. Metode ini merupakan salah satu cara penanganan limbah yang cukup mudah dan ekonomis.

Penggunaan bahan biomaterial sebagai penyerap zat warna *methyl violet* merupakan alternatif yang memberikan harapan terhadap pengolahan limbah. Sejumlah bahan telah digunakan sebagai bahan penyerap zat warna *methyl violet* dalam air limbah antara lain serbuk gergaji kayu (McKay et al, 1999), biji buah jambu biji (Rahman dan Saad, 2003), kayu randu sebagai karbon aktif (Shabudeen et al, 2006), kitosan (Juang et al, 1996), dan lain-lain. Dari berbagai macam bahan tersebut, kayu randu merupakan salah satu material adsorben yang murah, mudah diperoleh dan mempunyai kapasitas adsorpsi yang besar. Kayu randu memiliki komponen-komponen kimia lignoselulosa seperti selulosa, hemiselulosa, lignin, dan lain-lain. Terdapatnya komponen-komponen tersebut menjadikan kayu randu berpotensi untuk digunakan sebagai bahan adsorben.

Oleh karena itu, untuk memperbesar kapasitas adsorpsi kayu randu maka perlu dilakukan modifikasi dengan metode pemanasan untuk merubah struktur permukaannya (Primastuti, 2012). Pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi adsorben berbasis kayu randu dengan metode pemanasan dan aplikasinya sebagai penyerap zat warna *methyl violet* pada limbah industri batik.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat dikemukakan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh suhu pemanasan terhadap kemampuan adsorpsi kayu randu untuk zat warna *methyl violet*?
2. Bagaimana pengaruh pH dan waktu kontak terhadap kemampuan adsorpsi kayu randu untuk zat warna *methyl violet*?
3. Bagaimana model kesetimbangan dan kinetika adsorpsi *methyl violet* oleh kayu randu termodifikasi?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh suhu pemanasan terhadap kemampuan adsorpsi kayu randu untuk zat warna *methyl violet*.
2. Mengetahui pengaruh pH dan waktu kontak terhadap kemampuan adsorpsi kayu randu untuk zat warna *methyl violet*.
3. Mengetahui model kesetimbangan dan kinetika adsorpsi *methyl violet* oleh kayu randu termodifikasi.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi :

1. Lingkungan dan masyarakat

Memberi kontribusi di bidang pengolahan limbah industri batik untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh zat warna sintesis yang berbahaya.

2. IPTEK

- a. Meningkatkan nilai guna dari kayu randu (*Ceiba pentandra L.Gaerner*) yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif untuk menanggulangi pencemaran zat warna *methyl violet* pada limbah industri batik.
- b. Menambah wawasan keilmuan dan memberikan informasi mengenai alternatif pengolahan limbah zat warna batik dengan metode adsorpsi menggunakan bahan yang lebih efisien, ekonomis dan praktis.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1. Kayu Randu

Kayu randu atau pohon kapuk (*Ceiba pentandra L. Gaerner*) merupakan pohon tropis yang berasal dari bagian utara dari Amerika Selatan, Amerika Tengah, Karibia, dan Afrika. Pohon ini banyak ditanam di Asia, terutama di Indonesia (khususnya pulau Jawa), Malaysia, Filipina, dan Amerika Selatan. Pohon kapuk merupakan pohon yang menggugurkan bunga dan dapat memiliki batang pohon yang cukup besar hingga mencapai diameter 3 m. Pada batangnya juga terdapat duri-duri tempel besar yang berbentuk kerucut (Setiadi, 2011).



Gambar 2.1. Pohon Kayu Randu (kapuk (*Ceiba pentandra L. Gaerner*))

Sumber : (Setiadi, 2011)

Tumbuhan ini tahan terhadap kekurangan air dan umumnya tumbuh di kawasan pinggir pantai serta lahan-lahan dengan ketinggian 100-800 meter di atas permukaan laut (Setiadi, 2011). Selain itu kapuk randu (*Ceiba pentandra L. Gaerner*) dapat tumbuh di atas berbagai macam tanah, dari tanah berpasir sampai tanah berdrainase baik, tanah aluvial, sedikit asam sampai netral. Kapuk randu (*Ceiba pentandra L. Gaerner*) dapat juga hidup pada daerah kering dan

temperatur dibawah nol dalam jangka pendek serta peka terhadap kebakaran (Direktorat Pembenihan Tanaman Hutan, 2001).

Berikut adalah klasifikasi ilmiah tumbuhan kapuk randu (*Ceiba pentandra* L. Gaerner) berdasarkan taksonominya (Ochse, *et al.*, 1961):

Nama Daerah	:Kapas Jawa, Kapuk, Kapok Jawa, Randu, Pohon Kapas-Sutra, Ceiba, Kapuk Randu, Kapo.
Kerajaan	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordo	: <i>Malvales</i>
Famili	: <i>Malvaceae</i>
Genus	: <i>Ceiba</i>
Spesies	: <i>Ceiba pentandra</i>
Nama binominal	: <i>Ceiba pentandra</i> L. Gaerner

Di bidang kehutanan dan perkebunan, tanaman kapuk randu (*Ceiba pentandra* L. Gaerner) memiliki nilai ekonomi yang sangat rendah. Banyak tanaman kapuk randu yang diabaikan begitu saja tanpa di perhatikan kelestarian dan keberlanjutannya. Nilai ekonomis dari tanaman kapuk randu dianggap oleh masyarakat bernilai rendah. Hanya bagian kayu dan kapuknya saja yang sebagian besar daripenduduk Indonesia ketahui dapat dimanfaatkan, sedangkan potensi lainnya dari tanaman tersebut masih sangat minim diketahui oleh masyarakat (Setiadi, 2011). Nilai ekonomis dari tanaman tersebut juga semakin sulit dengan digantinya kasur kapuk menjadi kasur busa *spring bed* yang lebih nyaman sehingga kapuk sudah sangat kecil sekali pemanfaatannya.

Berdasarkan penelitian, kayu randu memiliki kandungan selulosa sebanyak 40-50%, hemiselulosa 24-40%, lignin 18-25% serta mengandung protein, lemak, abu, fosfor, dan kalsium (Mujnisa, 2007). Dengan adanya komponen lignoselulosa yang tinggi, menunjukkan bahwa kayu randu dapat digunakan sebagai adsorben.

2.2. Lignoselulosa

Lignoselulosa adalah komponen organik di alam yang berlimpah dan terdiri dari tiga-tipe polimer, yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin. Komponen ini merupakan sumber penting untuk menghasilkan produk bermanfaat seperti gula dari proses fermentasi, bahan kimia dan bahan bakar cair. Lignoselulosa dapat diperoleh dari bahan kayu, jerami, rumput-rumputan, limbah pertanian/hutan, limbah industri (kayu, kertas) dan bahan berserat lainnya. Kandungan dari ketiga komponen lignoselulosa bervariasi tergantung dari jenis bahannya. Sebagai contoh, kandungan selulosa pada kayu berkisar antara 45% dari berat kering yang merupakan polimer rantai panjang polisakarida karbohidrat 1,4 β -D-glukosa (Shallom & Shoham, 2003).

Komponen Lignoselulosa

Selulosa

Selulosa adalah salah satu komponen utama dari lignoselulosa yang terdiri dari unit monomer β -D-glukosa yang terikat pada ikatan 1,4-glikosidik. Selulosa cenderung membentuk mikrofibril melalui ikatan inter dan intra molekuler sehingga memberikan struktur yang larut. Mikrofibril selulosa terdiri dari 2 tipe, yaitu kristalin dan amorf.

Hemiselulosa

Hemiselulosa adalah polimer heteropolisakarida yang merupakan multi enzim dengan komponen utama C. Enzim-enzim yang termasuk komponen hemiselulosa antara lain *xilanase*, *β -mannanase*, *β -L-arabinofuranosidase*, *β -D-glucuronidase*, *β -xylosidase*, dan *hemiselulolitik esterase* (Shallom & Shoham, 2003). Hemiselulosa banyak dihasilkan oleh kapang *Aspergillus* dan *Trichoderma*. Hemiselulosa terikat dengan polisakarida, protein dan lignin dan lebih mudah larut dibandingkan dengan selulosa.

Di dalam kayu, kandungan hemiselulosa berkisar antara 25-30% tergantung dari jenis kayunya. Hemiselulosa memiliki keragaman dengan selulosa

yaitu merupakan polimer dari unit-unit gula yang terikat dengan ikatan glikosidik, akan tetapi hemiselulosa berbeda dengan selulosa dilihat dari komponen unit gula yang membentuknya, panjang rantai molekul dan percabangannya. Unit gula yang membentuk hemiselulosa dibagi menjadi beberapa kelompok, seperti pentosa, heksosa, asam heksuronat dan deoksiheksosa. Hemiselulosa merupakan suatu kesatuan yang membangun komposisi serat dan mempunyai peranan yang penting karena bersifat hidrofilik sehingga berfungsi sebagai perekat antar selulosa yang menunjang kekuatan fisik serat. Kehilangan hemiselulosa akan menyebabkan terjadinya lubang diantara fibril dan kurangnya ikatan antar serat.

Lignin

Lignin adalah bagian utama dari dinding sel tanaman yang merupakan polimer terbanyak setelah selulosa. Lignin yang merupakan polimer aromatik berasosiasi dengan polisakarida pada dinding sel sekunder tanaman dan terdapat sekitar 20-40%. Komponen lignin pada sel tanaman (monomer guasil dan siringil) berpengaruh terhadap pelepasan dan hidrolisis polisakarida.

2.3. Adsorpsi

Salah satu sifat penting dari permukaan zat adalah adsorpsi. Adsorpsi adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida (cairan maupun gas) terikat pada suatu padatan dan akhirnya membentuk suatu film (lapisan tipis) pada permukaan padatan tersebut. Berbeda dengan absorpsi dimana fluida terserap oleh fluida lainnya dengan membentuk suatu larutan. Adsorpsi secara umum adalah proses penggumpalan substansi terlarut (*soluble*) yang ada dalam larutan, oleh permukaan zat atau benda penyerap, dimana terjadi suatu ikatan kimia fisika antara substansi dengan penyerapnya (Oscik, 1982). Definisi lain menyatakan adsorpsi sebagai suatu peristiwa penyerapan pada lapisan permukaan atau antar fasa, dimana molekul dari suatu materi terkumpul pada bahan pengadsorpsi atau adsorben.

Adsorpsi adalah pengumpulan dari adsorbat diatas permukaan adsorben, sedang absorpsi adalah penyerapan dari adsorbat kedalam adsorben dimana disebut dengan fenomena sorption. Materi atau partikel yang diadsorpsi disebut adsorbat, sedang bahan yang berfungsi sebagai pengadsorpsi disebut adsorben. Adsorpsi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu adsorpsi fisika (disebabkan oleh gaya Van Der Waals (penyebab terjadinya kondensasi gas untuk membentuk cairan) yang ada pada permukaan adsorbens) dan adsorpsi kimia (terjadi reaksi antara zat yang diserap dengan adsorben, banyaknya zat yang teradsorpsi tergantung pada sifat khas zat padatnya yang merupakan fungsi tekanan dan suhu).

1. Adsorpsi fisika

Berhubungan dengan gaya Van der Waals. Apabila daya tarik menarik antara zat terlarut dengan adsorben lebih besar dari daya tarik menarik antara zat terlarut dengan pelarutnya, maka zat yang terlarut akan diadsorpsi pada permukaan adsorben. Adsorpsi ini mirip dengan proses kondensasi dan biasanya terjadi pada temperatur rendah pada proses ini gaya yang menahan molekul fluida pada permukaan solid relatif lemah, dan besarnya sama dengan gaya kohesi molekul pada fase cair (gaya van der waals) mempunyai derajat yang sama dengan panas kondensasi dari gas menjadi cair, yaitu sekitar 2.19-21.9 kg/mol. Keseimbangan antara permukaan solid dengan molekul fluida biasanya cepat tercapai dan bersifat reversibel.

2. Adsorpsi Kimia

Yaitu reaksi yang terjadi antara zat padat dengan zat terlarut yang teradsorpsi. Adsorpsi ini bersifat spesifik dan melibatkan gaya yang jauh lebih besar daripada Adsorpsi fisika. Panas yang dilibatkan adalah sama dengan panas reaksi kimia. Menurut Langmuir, molekul teradsorpsi ditahan pada permukaan oleh gaya valensi yang tipenya sama dengan yang terjadi antara atom-atom dalam molekul. Karena adanya ikatan kimia maka pada permukaan adsorben akan terbentuk suatu lapisan atau layer, dimana terbentuknya lapisan tersebut akan menghambat proses penyerapan selanjutnya oleh batuan adsorbent sehingga efektifitasnya berkurang.

2.3.1 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

1. Sifat Adsorben

Banyak senyawa yang dapat diadsorpsi oleh adsorben, tetapi kemampuannya untuk mengadsorpsi berbeda untuk masing-masing senyawa. Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari struktur yang sama. Adsorpsi juga dipengaruhi oleh gugus fungsi, posisi gugus fungsi, ikatan rangkap, dan struktur rantai dari senyawa serapan.

2. Karakteristik Adsorben

Jumlah molekul adsorbat meningkat dengan bertambahnya luas permukaan dan volume pori adsorben. Dalam proses adsorpsi, adsorben seringkali diberikan perlakuan awal untuk meningkatkan luas permukaannya karena luas permukaan adsorben merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi proses adsorpsi.

3. Suhu

Faktor yang mempengaruhi temperatur proses adsorpsi adalah viskositas dan stabilitas senyawa serapan. Jika pemanasan tidak mempengaruhi sifat-sifat senyawa serapan, seperti terjadi perubahan warna maupun dekomposisi, maka perlakuan dilakukan pada titik didihnya.

4. pH (derajat keasaman)

Untuk asam-asam organik, adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan, yaitu dengan penambahan asam-asam mineral. Ini disebabkan karena kemampuan asam mineral untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut. Sebaliknya apabila pH asam organik dinaikkan yaitu dengan penambahan alkali, adsorpsi akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam.

5. Waktu kontak

Bila adsorben ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Selisih ditentukan oleh dosis adsorben, pengadukan juga mempengaruhi waktu singgung. Pengadukan dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada partikel adsorben untuk bersinggungan dengan senyawa serapan.

2.4. Kestimbangan Adsorpsi Cair-cair

Kestimbangan adsorpsi cair-cair yang sering digunakan untuk mewakili peristiwa yang terjadi dalam adsorpsi zat cair yaitu persamaan Langmuir dan persamaan Freundlich. Pada dasarnya, persamaan Langmuir dan persamaan Freundlich adalah persamaan yang menghubungkan antara konsentrasi zat yang diserap oleh suatu adsorben dengan konsentrasi zat adsorbat tersebut di fasa cairan atau gas di sekeliling pada keadaan setimbang dan pada suatu suhu. Persamaan yang digunakan dalam pembuatan isoterm adalah sebagai berikut :

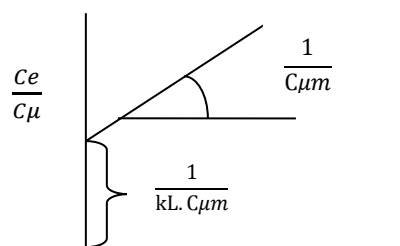
a. Persamaan Isoterm Adsorpsi Langmuir

Isoterm adsorpsi Langmuir didasarkan atas beberapa asumsi, yaitu (a) adsorpsi hanya terjadi pada lapisan tunggal (monolayer), (b) panas adsorpsi tidak tergantung pada penutupan permukaan, dan (c) semua situs dan permukaannya bersifat homogen (Oscik J, 1982). Persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dapat diturunkan secara teoritis dengan menganggap terjadinya kestimbangan antara molekul-molekul zat yang diadsorpsi ada permukaan adsorben dengan molekul-molekul zat yang tidak teradsorpsi. Persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\frac{C_e}{C_\mu} = \frac{1}{C_{\mu m}} C_e + \frac{1}{k_L \cdot C_{\mu m}} \dots\dots\dots(2.1)$$

C_μ merupakan konsentrasi adsorbat di permukaan padatan, C_e merupakan konsentrasi adsorbat di larutan pada saat kestimbangan, $C_{\mu m}$ konsentrasi adsorbat 1 layer di permukaan padatan dan k_L adalah konstanta Langmuir.

Dari persamaan di atas jika dibuat kurva antara C_e/C_μ terhadap C_e , maka akan diperoleh garis lurus dengan intersep $1/C_{\mu m}$ dan slope $1/k_L \cdot C_{\mu m}$, seperti ditunjukkan Gambar 2.2.



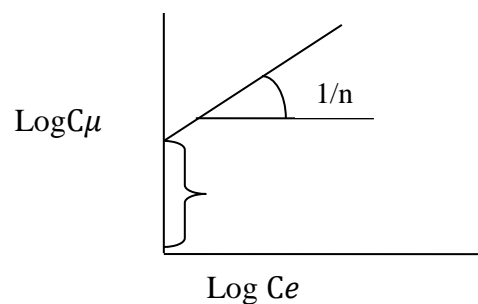
Gambar 2.2. Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir (Maron, 1974)

b. Persamaan Isoterm Adsorpsi Freundlich

Persamaan isoterm adsorpsi Freundlich didasarkan atas terbentuknya lapisan monolayer dari molekul-molekul adsorbat pada permukaan adsorben. Namun pada adsorpsi Freundlich situs-situs aktif pada permukaan adsorben bersifat heterogen. Persamaan isoterm adsorpsi Freundlich dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\text{Log } C_{\mu} = \log k_F + \frac{1}{n} \log C_e \dots \dots \dots (2.2)$$

C_{μ} merupakan konsentrasi adsorbat dipermukaan padatan, k_F adalah konstanta Freundlich dan C_e merupakan konsentrasi adsorbat di larutan pada saat kesetimbangan. Dari persamaan di atas jika dibuat kurva antara $\log C_{\mu}$ terhadap $\log C_e$ akan diperoleh garis lurus dengan $1/n$ sebagai slope dan $\log k_F$ sebagai intersep yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Kurva Isoterm Adsorpsi Freundlich (Maron, 1974)

2.5. Kinetika Adsorpsi

Perubahan adsorpsi terhadap waktu dapat diketahui dengan mempelajari kinetika adsorpsi. Model yang cukup sederhana untuk menggambarkan kinetika adsorpsi adalah model *pseudo first order* dan model *pseudo second order* (Azizian, 2004).

a. Model *Pseudo First Order*

$$\log(q_e - qt) = \log q_e - \left(\frac{k_1}{2,303}\right) t \dots \dots \dots (2.3)$$

Model *Pseudo First Order* menggambarkan kinetika reaksi adsorpsi dengan orde satu semu terhadap konsentrasi situs adsorpsi bebas dan orde nol semu terhadap solut dalam larutan (McKay, 1999). Dimana q_e dan qt adalah

jumlah zat teradsorpsi tiap unit massa adsorben (mmol g^{-1}) pada saat t dan pada kesetimbangan, k_1 adalah konstanta kecepatan adsorpsi orde 1 (menit^{-1}).

b. Model *pseudo Second Order*

$$\frac{t}{qt} = \left(\frac{1}{k_2 \cdot qe^2}\right) + \left(\frac{t}{qe}\right)t \dots\dots\dots(2.4)$$

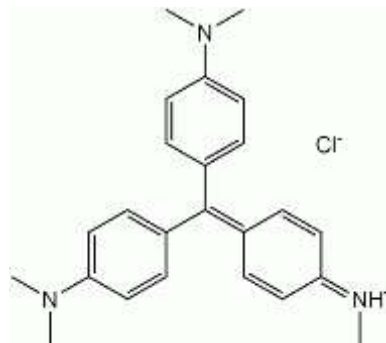
Model *Pseudo Second Order* menggambarkan kinetika reaksi adsorpsi dengan orde semu terhadap konsentrasi situs adsorpsi bebas dan orde nol semu terhadap solut dalam larutan (McKay, 1999). Dimana qe dan qt adalah jumlah zat teradsorpsi tiap unit massa adsorben (mmol g^{-1}) pada saat t dan pada kesetimbangan, k_2 adalah konstanta kecepatan adsorpsi orde dua (menit^{-1}).

2.6. Zat Warna *Methyl violet*

Limbah zat warna merupakan senyawa organik *non-biodegradable* yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan. Limbah zat warna yang dihasilkan dari proses pencelupan akan menjadi salah satu sumber pencemar air jika tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Senyawa zat warna di lingkungan perairan sebenarnya dapat mengalami dekomposisi secara alami oleh adanya cahaya matahari, namun reaksi ini berlangsung relatif lambat karena intensitas cahaya UV yang sampai ke permukaan bumi relatif rendah sehingga terakumulasi zat warna ke dasar perairan atau tanah lebih cepat daripada fotodegradasinya (Dae-Hee *et al*, 1999).

Methyl violet termasuk zat warna golongan trifenilmetana yang digunakan secara intensif untuk mewarnai nilon, nilon yang dimodifikasi poliakrilonitril, wol, sutera dan kapas. Beberapa diantaranya dimanfaatkan untuk kegunaan medis dan biologis. *Methyl violet* bersifat persisten dan sulit dibiodegradasi. Berdasarkan studi yang dilakukan Azmi *et al* (1998) didapatkan bahwa anilin yang terdapat dalam senyawa ini bersifat toksik, mutagenik dan karsinogenik. Bahan kimia ini dapat memicu tumor pada beberapa spesies ikan yang hidup di dasar perairan (Azmi *et al*, 1998), sehingga diperlukan penanganan yang serius untuk mengatasi masalah tersebut.

Methyl violet merupakan salah satu contoh zat pewarna tekstil. Zat warna *methyl violet* tergolong dalam zat warna karbon-nitrogen yang terdapat pada gugus benzennya. Gugus benzena sangat sulit didegradasi, walaupun dapat didegradasi membutuhkan waktu yang lama (Maria Cristina P., dkk, 2007:32). *Methyl violet* termasuk dalam golongan zat warna kation dengan rumus kimia $C_{24}H_{28}N_3Cl$ dan mempunyai berat molekul 393,96 gram/mol. *Methyl violet* larut dalam air, etanol glikol, dietilena glikol dan dipropilen (Manurung dkk, 2004). Struktur dari *methyl violet* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Struktur *Methyl violet* 2B

Sumber: (Manurung dkk, 2004)

Kegunaan *methyl violet* adalah sebagai pewarna ungu untuk tekstil dan memberikan warna ungu pada cat dan tinta. Grup karbon nitrogen pada *methyl violet* memiliki gugus $-NH$ sebagai ausokrom yang terdapat pada struktur $C=NH$, dan Cl^- sebagai gugus reaktif dimana mudah terlepas dari sistem reaktif. Nama kimia dari *methyl violet* adalah pentametil *p*-rosanilia hidroklorida. Selain digunakan sebagai pewarna pada pencelupan, *methyl violet* dapat digunakan sebagai indikator untuk menentukan pH suatu zat. *Methyl violet* dalam larutan asam berwarna kuning yang berubah menjadi hijau-biru pada pH 0-1,8 dan diatas pH 1,8 akan berwarna ungu (Svehla, 1990: 57).

Beberapa penelitian tentang penghilangan zat warna *methyl violet* dengan metode adsorpsi telah banyak dilakukan, Yuliani (2009) telah mengadsorpsi zat warna *methyl violet* dengan memodifikasi kalembang, Kambardianto dkk (2012)

mengadsorpsi zat warna *methyl violet* menggunakan adsorben biosolid dari limbah industri kertas. Wiyono (2009) telah meneliti mengenai adsorpsi *methyl violet* menggunakan abu dasar batu bara. Adsorben dari pasir vulkanik gunung merapi juga diteliti oleh Primastuti (2012) untuk mengadsorpsi *methyl violet*.

BAB III

PROSEDUR KERJA

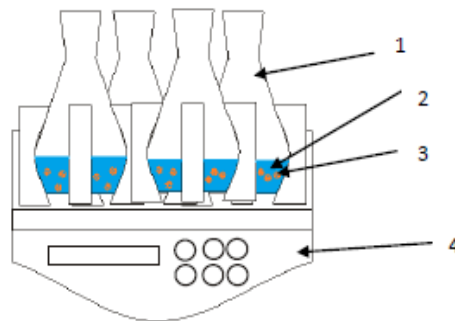
3.1. Alat

- a. Gelas beaker 1000 ml
- b. Gelas beaker 100 ml
- c. Gelas arloji
- d. *Hot plate*
- e. *Magnetic stirrer*
- f. Oven
- g. Spatula
- h. Corong kaca
- i. Erlenmeyer 125 ml
- j. Labu takar 100 ml
- k. Labu takar 10 ml
- l. Gelas ukur 100 ml
- m. Gelas ukur 10 ml
- n. Loyang
- o. Ayakan 150 mikron
- p. Blender
- q. *Shaker Unimax*
- r. Pengaduk kaca
- s. Pipet tetes
- t. Neraca Analitik
- u. Pompa vacuum
- v. Corong *buchner*
- w. Kuvet
- x. Spektrofotometer *UV-Vis Thermo scientific*

3.2. Bahan

- a. Serbuk kayu randu ukuran 150 mesh
- b. Larutan *methyl violet*
- c. Aquadest
- d. Kertas saring
- e. Indikator pH

3.3. Rangkaian Alat



Gambar 3.1 Rangkaian Alat Adsorpsi

Keterangan :

1. Erlenmeyer
2. Larutan *methyl violet*
3. Adsorben
4. *Shaker Unimax*

3.4. Cara Kerja

3.4.1. Pembuatan adsorben dari kayu randu

Kayu randu di keringkan, di haluskan memakai gergaji kayu, lalu di blender sampai halus dan berbentuk serbuk. Selanjutnya kayu randu yang telah halus diayak dengan saringan 150 mesh.

3.4.2 Aktivasi adsorben

Serbuk kayu randu sebanyak 30 gram di masukkan ke dalam beaker glass 1000 ml, di tambah aquadest sebanyak 800 ml. Kemudian diaduk menggunakan

magnetic stirrer selama 3 jam, selanjutnya disaring menggunakan pompa vacuum dan corong buchner sampai serbuk menjadi bersih. Kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu 105⁰C dan suhu 200⁰C selama 1 jam sampai berat konstan (Laasri dkk, 2007).

3.4.3 Pembuatan larutan *methyl violet* konsentrasi 50, 100, 150, dan 200 mg/L

Pewarna *methyl violet* sebanyak 0,05 gram di larutkan dengan aquadest sampai 250 ml di labu takar. Kemudian di encerkan dengan aquadest di dalam labu takar berukuran 100 ml dengan konsentrasi masing-masing 50, 100, 150 dan 200 ppm (variasi ml larutan zat warna induk) (Laasri dkk, 2007).

3.4.4 Pembuatan kurva standar larutan *methyl violet*

Labu takar 100 ml masing-masing yang telah di isi (variasi ml larutan zat warna induk 200 ppm) diencerkan dengan aquadest sampai batas. Sehingga diperoleh larutan zat warna dengan konsentrasi 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ppm. Larutan tersebut masing-masing diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 581 nm.

3.4.5 Penentuan waktu kontak maksimum

Adsorben sebanyak 2 gram di masukkan ke dalam labu erlenmeyer 100 ml, selanjutnya ditambahkan larutan zat warna *methyl violet* dengan konsentrasi standar 50 ppm sebanyak 100 ml, kemudian larutan diaduk menggunakan shaker dengan kecepatan 150 rpm dengan variasi waktu pengadukan 5, 10, 15, 30, 60, 90, 120, 180 menit (Dahri dkk, 2013). Larutan disaring kemudian diukur absorbansinya menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

3.4.6 Penentuan pH optimum

Adsorben sebanyak 2 gram di masukkan ke dalam labu erlenmeyer 100 ml dengan penambahan larutan zat warna *methyl violet* 100 ml dengan konsentrasi 50 ppm. Selanjutnya ditambahkan NaCl untuk mengatur pH 3 dan ditambahkan NaOH

untuk diatur pH 5, 7, 9 (Primastuti, 2012). Larutan disaring kemudian diukur absorbansinya menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

3.4.7 Pembuatan Kurva Isoterm Adsorpsi

Adsorben sebanyak 5 gram dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 100 ml, selanjutnya ditambahkan larutan zat warna *methyl violet* dengan masing-masing konsentrasi 50, 100, 150, 200 ppm sebanyak 100 ml, kemudian larutan diaduk menggunakan shaker dengan kecepatan 115 rpm dengan waktu pengadukan optimum hasil orientasi sebelumnya. Larutan disaring kemudian dianalisa spektrofotometer UV-Vis.

3.4.8 Analisis FTIR

Karakterisasi adsorben dari kayu randu menggunakan FTIR dilakukan di laboratorium Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Semarang.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

- a. Pemanasan dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi zat warna *methyl violet* pada konsentrasi dibawah 150 mg/L.
- b. pH optimum adsorpsi *methyl violet* dengan serbuk kayu randu adalah pH 7, dan waktu kesetimbangan dicapai setelah 10 menit.
- c. Ditinjau dari segi kesetimbangan model Isotem Freundlich lebih sesuai dengan nilai tetapan n sebesar 0,368 dan k_F sebesar 4,415 sementara ditinjau dari segi kinetika reaksi model *pseudo second order* lebih sesuai dengan nilai k_2 sebesar 20.040 L/gmol dan Q_e sebesar 2,37.

5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya:

- a. Mencoba aplikasi adsorpsi dari serbuk kayu randu sebagai adsorben zat warna lain.
- b. Melakukan uji BET (*Brunauer-Emmet-Teller*) untuk mengetahui luas permukaan dan distribusi ukuran pori adsorben yang lebih signifikan.
- c. Perlu dilakukan model yang lain untuk menentukan kapasitas adsorpsi ditinjau dari segi kesetimbangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Azizian, S. 2004. *Kinetic models of sorption: a theoretical analysis*, Journal of Colloid and Interface Science, 276(1), pp. 47-52.
- Azmi, et al. 1998. *Biodegradation of triphenylmethane dyes*. Institute of Microbial Technology, India
- Brono, Haryo. 2010. *Mewarnai Batik Dengan Indigofera*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Dae-Hee A., Won-Seok C., Tai-II Y. 1999. Dyestuffwastewater treatment using chemical oxidation, physical adsorption and fixed bed biofilm process, *Process Biochemistry* 34: 429–439.
- Dahri, dkk. 2013. “ *Removal of Methyl violet 2B From Aqueous Solution Using Casuarina equisetifolia Needle*”. Department of Chemistry, Faculty of Science, Universiti Brunei Darussalam, Brunei Darussalam.
- Direktorat Pembenihan Tanaman Tebu. 2001. *Informasi Singkat Benih No.9 Maret 2001 Ceiba pentandra (L.) Gaertn.* Bandung.
- Juang, R.S., R.L. Tseng, F.C. Wu, S.J. Lin. 1996. *Use of Chitin and Chitosan in Lobster Shell Wastes for Colour Removal from Aqueous Solution*, Journal Environmental Science Health, A31:325-338.
- Kambardianto, 2012. *Kinetika Adsorpsi Kristal Violet dengan Adsorben Biosolid dari Limbah Industri Kertas*. Skripsi. Program Studi Kimia, Fakultas Mipa dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Riau, Pekanbaru.
- Laasri, dkk. 2007. *Removal of Two Cationic Dyes from a Textile Effluent by Filtration-Adsorption on Wood Sawdust*. Faculte des Sciences-Ain chok, BP. 5366 Maarif, Casablanca, Morocco.
- Lowell, S dan Shields, J. E. (1984). *Powder Surface Area and Porosity (Second Edition)*. London: Chapman and Hall Ltd.
- McKay, G. Porter, J.F., Prasad, G.R. 1999. *Removal of Dye Colours from Aqueous Solution by Adsorption on Low Cost Materials*, *Water Air and Soil Pollution*, 114 hal 423-438.

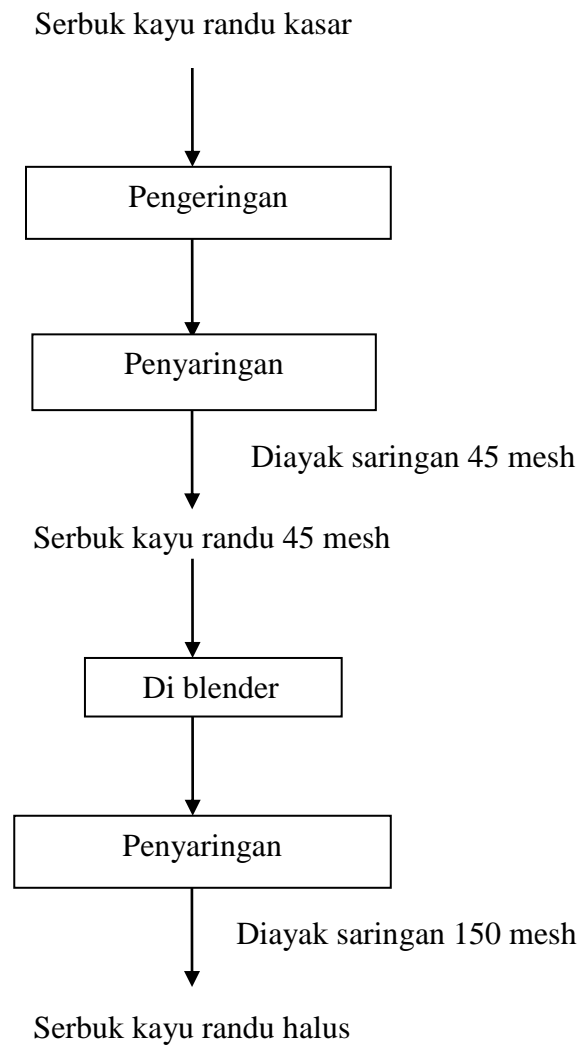
- Manurung, dkk. 2004 : 4. *Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Anaerob - Aerob*. E-USU Repository.
- Maria Christina P., Mu'nisatun S., Tany Saptaaji, dan Djoko Marjanto. (2007).
Studi Pendahuluan Mengenai Degradasi Zat Warna Azo (Metil Orange)
Dalam Pelarut Air Menggunakan Mesin Berkas Elektron 350 keV/10 mA.
JFN. 1(1)
- Mujnisa, A., 2007. *Kecernaan Bahan Kering in vitro, Proporsi Molar Asam dan Produksi Gas pada Kulit Coklat, Biji Kapuk, Kulit Markisa, dan Biji Markisa*. Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak.Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Osche, J. J., M. J. Soule Jr., M. J. Dijkman and C. Wehlberg. 1961. *Tropical and Subtropical Agriculture. Vol II*. The Macmillan Company. New York.
- Oscik, J, 1982, *Adsorption*, New York: John Wiley and Sons.
- Owamah, H.I., Izinyon, C.I and Asiagwu, A.K.(2012) “*Sorption Model and Kinetic Assesment of Ultramarine Blue Removal using Modified Cassava Pells Biomass*”. Journal Civil Environ Eng 2:121.doi:10.4172/2165-784X.1000121
- Primastuti, H. 2012. *Adsorpsi Pewarna Methyl violet Menggunakan Pasir Vulkanik dari Gunung Merapi*. Skripsi. Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ramadhani, dkk. 2012. *Optimasi Daya Degradasi Reaktor Fotokatalitik TiO₂/SiO₂ terhadap Zat Warna Methyl violet*. Departemen Kimia, Universitas Negeri Padang, Padang.
- Rahman, I.A., and Saad, B. 2003. *Utilization of Guava Seeds as a Source of Activated Carbon for Removal of Methylene Blue fron Aqueous Solution*, Malaysian Journal of Chemistry.
- Setiadi. 2011. *Bertanam Kapuk Randu*. Penebar Swadaya. Anggota IKAPI. Jakarta.

- Shabudeen, Syed, P.S., Venckatesh, R., Pattabhi, S. 2006. *Preparation and Utilization of Kapok Hull Carbon for The Removal of Rhodamin B from Aqueous Sollution*, E-Journal of Chemistry, vol. 3. No.11 pp 83-96.
- Shallom, D. and Y. Shoham. 2003. *Microbial Hemicellulases*. Current Opinion in Microbiology, 6: 219-228.
- Suyati, 2008. *Pembuatan Selulosa Asetat dari Limbah Serbuk Gergaji Kayu dan Identifikasinya*. Tesis. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Svehla, G. (1990). *Textbook of Macro and Semimiicro Qualitative Inorganic Analysis (Buku Teks Analisis Aorganik Kualitatif Makro dan Semimakro)*. Penerjemah: L. Setiono, A. Hadyana Putjaatmaka. Jakarta: PT. Kalman Media Pusaka.
- Wiyono, Heri. 2009. *Studi Adsorpsi Zat Warna Methyl violet oleh Abu Dasar Batu Bara*. Tesis. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Yuliani, H.R. 2009. *Modifikasi Kalembang dalam Meningkatkan Kemampuan Penjerapan Methyl violet dalam Air*, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia (APTEKINDO), Bandung.

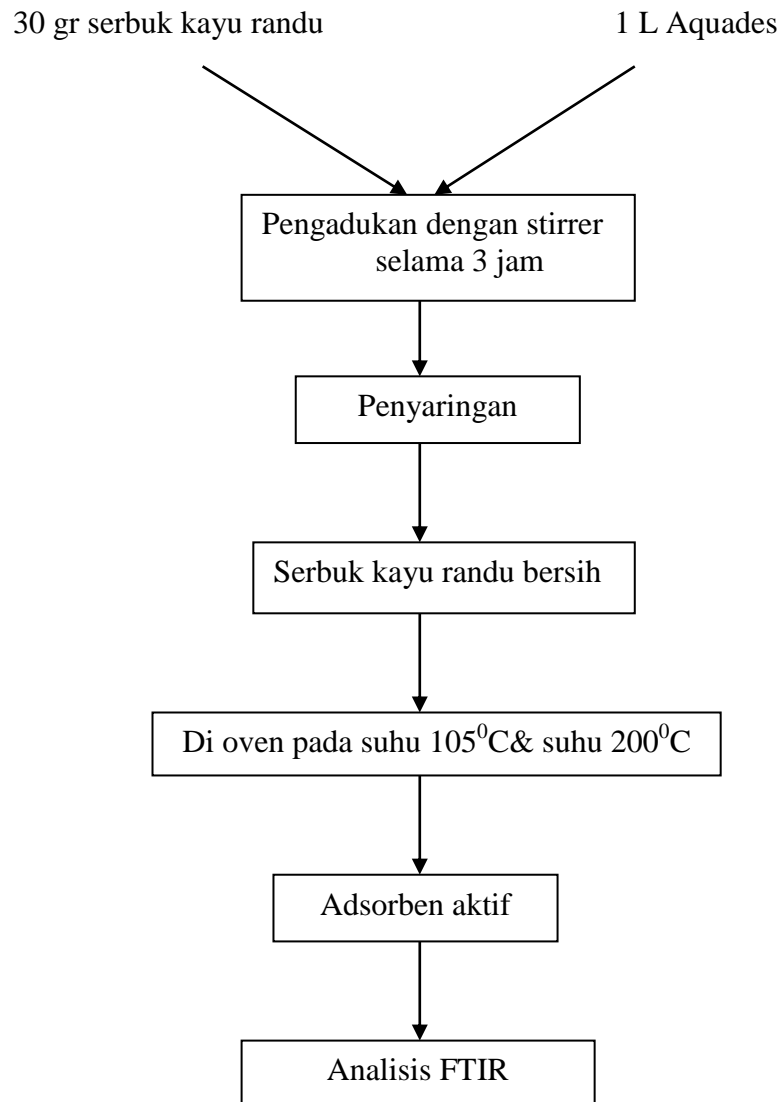
Lampiran 1

Skema Kerja

1. Preparasi Bahan

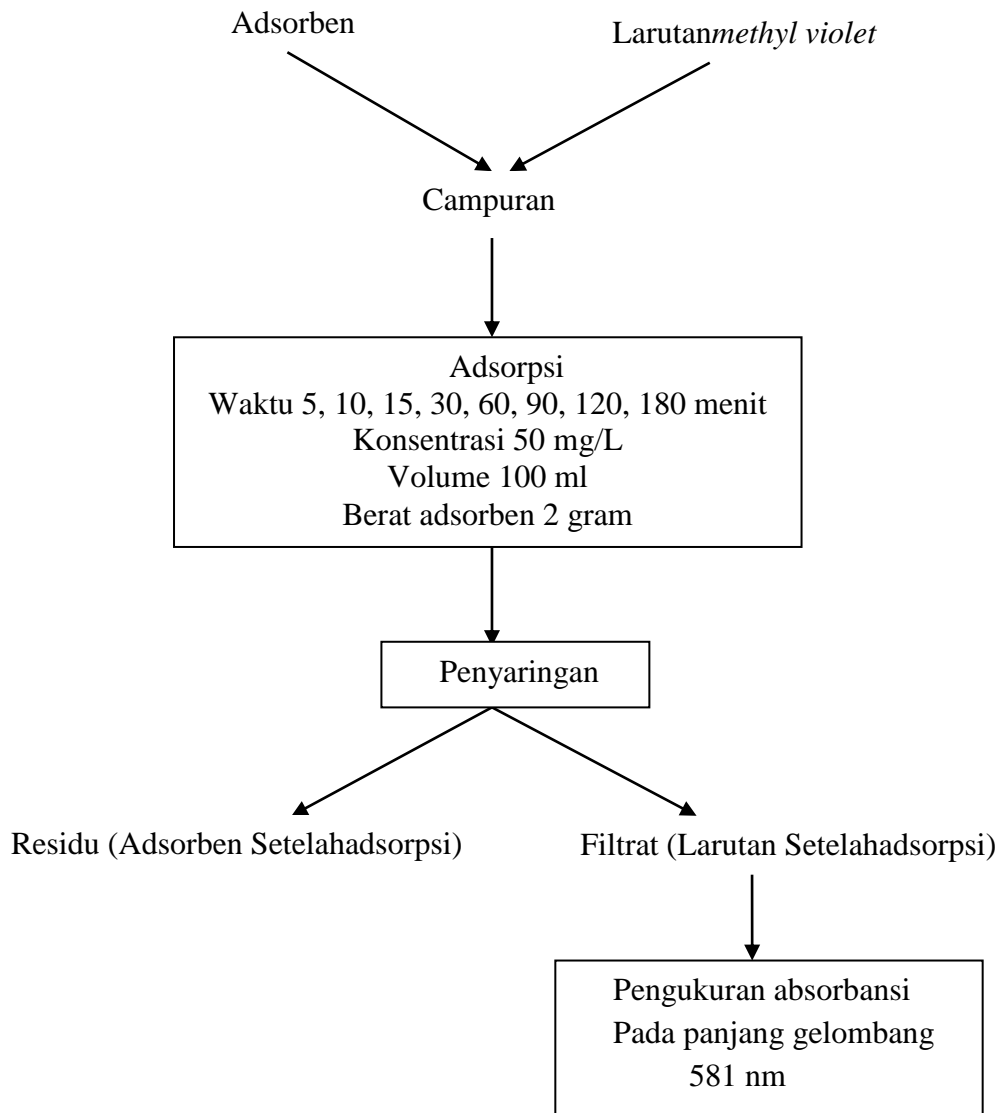


2. Aktivasi Adsorben

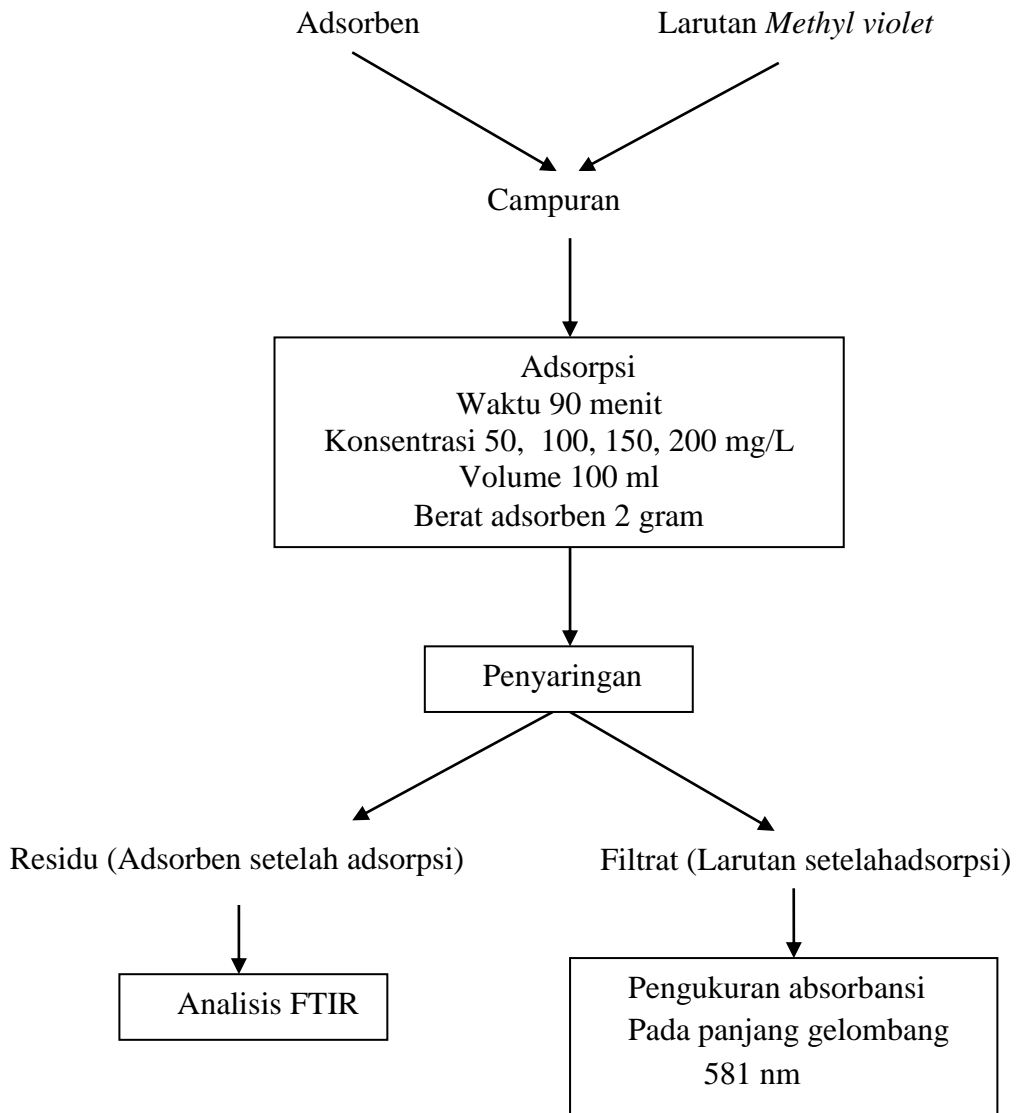


3. Adsorpsi zat warna *methyl violet*

a) Penentuan waktu kontak maksimum



b) Penentuan konsentrasi awal



Lampiran 2

Pembuatan larutan

1. Pembuatan larutan induk *methyl violet* 200 mg/L sebanyak 250 ml

$$mg/L = \frac{m}{V} \times 10^6$$

$$200 \text{ mg/L} = 250 \times 10^6$$

$$= \frac{50.000 \text{ mg/L}}{1.000.000}$$

$$= 0,05 \text{ gr}$$

Lalu ditambahkan aquadest di dalam labu takar 250 ml sampai batas

2. Pembuatan larutan *methyl violet* dengan konsentrasi 50mg/L, 100 mg/L, 150 mg/L, 200 mg/L

Dilakukan pengenceran dari larutan konsentrasi 200 mg/L dengan rumus

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

Konsentrasi 50 mg/L

$$V_1 \times 200 \text{ mg/L} = 100 \text{ ml} \times 50 \text{ mg/L}$$

$$V_1 = \frac{100 \text{ mL} \times 50 \text{ mg/L}}{200 \text{ mg/L}}$$

$$= 25 \text{ ml larutan induk } \textit{Methyl violet}$$

Lalu ditambahkan aquadest di dalam labu takar 100 ml sampai batas

Konsentrasi 100 mg/L

$$V_1 \times 200 \text{ mg/L} = 100 \text{ ml} \times 100 \text{ mg/L}$$

$$V_1 = \frac{100 \text{ mL} \times 100 \text{ mg/L}}{200 \text{ mg/L}}$$

$$= 50 \text{ ml larutan induk } \textit{Methyl violet}$$

Lalu ditambahkan aquadest di dalam labu takar 100 ml sampai batas

Konsentrasi 150 mg/L

$$V_1 \times 200 \text{ mg/L} = 100 \text{ ml} \times 150 \text{ mg/L}$$

$$V_1 = \frac{100 \text{ mL} \times 150 \text{ mg/L}}{200 \text{ mg/L}}$$

$$= 75 \text{ ml larutan induk } \textit{Methyl violet}$$

Lalu ditambahkan aquadest di dalam labu takar 100 ml sampai batas

Lampiran 3

Perhitungan konsentrasi larutan setelah adsorpsi

Dengan persamaan yang didapat kurva standar, yaitu

$$y = 0,065 x - 0,014$$

Misal, pada massa adsorben 2 gram dengan waktu 3 jam didapat nilai absorbansi 0,156 maka

$$y = 0,065 x$$

$$0,156 = 0,065x$$

$$x = \frac{0,156}{0,065}$$

$$= 2,4$$

Adsorpsi zat warna dengan massa adsorben 2 gram pada waktu kontak 3 jam yang memiliki konsentrasi awal 50mg/L dan konsentrasi akhir 2,4mg/L

$$\begin{aligned} \% \text{ zat warna yang teradsorpsi} &= \left(\frac{50 \text{ ppm} - 2,4 \text{ mg/L}}{50 \text{ mg/L}} \right) \times 100\% \\ &= 0,952 \times 100\% \\ &= 95,2 \% \end{aligned}$$

Lampiran 4

Perhitungan jumlah zat warna yang teradsorpsi pada permukaan adsorben

$$Q \text{ (jumlah zat warna yang teradsorpsi)} = \frac{x \text{ (beratadsorbatyangteradsorpsi)}}{m \text{ (beratadsorben)}}$$

$$Q = (C_0 - C) \times \frac{V}{W}$$

Keterangan :

C_0 = konsentrasi awal zat warna *Methyl violet* (mg/L)

C = konsentrasi akhir zat warna *Methyl violet* (mg/L)

V = Volume larutan zat warna (liter)

W = berat adsorben yg digunakan (g)

Contoh :

Adsorpsi zat warna dengan massa adsorben 2 g pada waktu 3 jam yang memiliki konsentrasi awal 50 mg/L sebanyak 100 ml dan konsentrasi akhir 2,4 mg/L

$$\begin{aligned} Q &= (50 \text{ mg/L} - 2,4 \text{ pp}) \times \frac{0,1 \text{ L}}{2 \text{ g}} \\ &= 47,6 \text{ mg/L} \times 0,05 \text{ L/g} \\ &= 2,38 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

Jadi, jumlah zat warna yang terjerap adalah 2,38 mg per 1 g adsorben.

Lampiran 5

Data perhitungan isoterm adsorpsi Langmuir

Ci (mg/L)	Teradsorpsi	Ce (mg/L)	C μ dt (mg/g)	Ce mmol/L	C μ dt (mmol/g)	Ralat rerata
0		0	0	0	0	0
50	0,952	2,4	47,6	0,0059	0,1167	108,21
100	0,968	3,184	96,81	0,0078	0,2373	14,73
150	0,977	3,387	146,61	0,0083	0,3593	22,51
200	0,979	4,107	195,893	0,0101	0,4801	38,15
						36,72

Data perhitungan isoterm Freundlich

Ci (mg/L)	Teradsorpsi	Ce (mg/L)	C μ dt (mg/L)	Log ce	Log c μ	Ralat rerata
0		0	0	0	0	0
50	0,952	2,4	47,6	-2,230	-0,933	103,46
100	0,968	3,18	96,81	-2,108	-0,624	8,73
150	0,977	3,39	146,61	-2,080	-0,444	26,87
200	0,979	4,11	195,893	-1,997	-0,318	42,06
						36,22

Lampiran 6

Data perhitungan kinetika adsorpsi model pseudo orde satu

t	C awal (mg/L)	C akhir (mg/L)	Qe (mg/g)	Qt (mg/g)	log(qe-qt)	Qt model
0	50	50	2,3792308	0	0	1
5	50	2,53846154	2,3792308	2,3730769	-2,210851	0,9772
10	50	2,52307692	2,3792308	2,3738462	-2,268842	0,955
15	50	2,50769231	2,3792308	2,3746154	-2,335789	0,933
30	50	2,47692308	2,3792308	2,3761538	-2,511879	0,871
60	50	2,46153846	2,3792308	2,3769231	-2,636816	0,758
90	50	2,4	2,3792308	2,38	0	0,660
120	50	2,58461538	2,3792308	2,3707692	-2,072549	0,575
180	50	2,41538462	2,3792308	2,3792308	-7,511883	0,436

Data perhitungan kinetika adsorpsi model pseudo orde dua

t	C awal (mg/L)	C akhir (mg/L)	Qe (mg/g)	Qt (mg/g)	t/qt	Qt model
0	50	50	2,3792308	0	0	0
5	50	2,53846154	2,3792308	2,3730769	2,107	2,376
10	50	2,52307692	2,3792308	2,3738462	4,2126	2,378
15	50	2,50769231	2,3792308	2,3746154	6,3168	2,378
30	50	2,47692308	2,3792308	2,3761538	12,625	2,379
60	50	2,46153846	2,3792308	2,3769231	25,243	2,379
90	50	2,4	2,3792308	2,38	37,815	2,379
120	50	2,58461538	2,3792308	2,3707692	50,616	2,379
180	50	2,41538462	2,3792308	2,3792308	75,655	2,379

Lampiran 7

Gambar Praktikum



Serbuk kayu Randu



Pengadukan



Pencucian



Serbuk kayu randu setelah pemanasan



Adsorben dan larutan *methyl violet*



Pengadukan menggunakan sheker dengan kecepatan 115 rpm

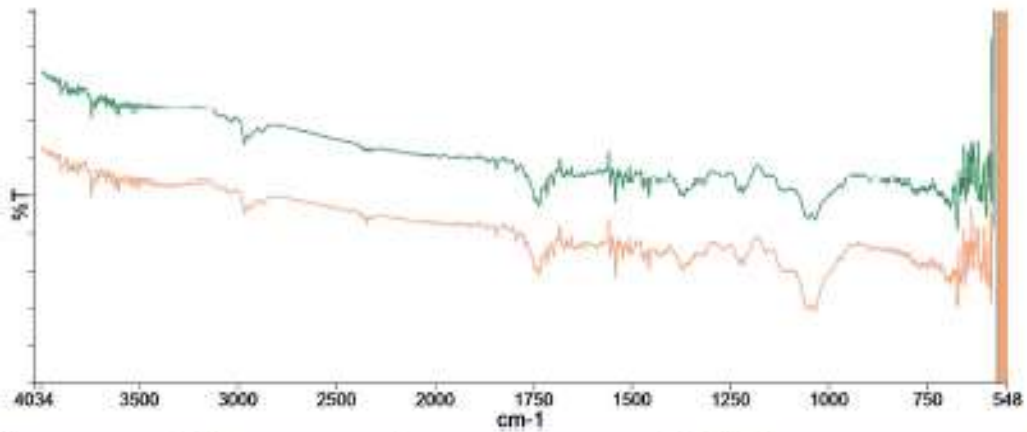


Larutan *methyl violet* setelah diadsorpsi (konsentrasi 50, 100, 150, 200 mg/L)

Lampiran 8

Hasil Analisis FTIR

Spectrum



Name	Description
Dwi Mazzyah Fatm	Sample Serbuk Kayu randu By Administrator Date Thursday, April 16 2015
Dwi Mazzyah Fatm 2	Sample Serbuk kayu Randu Setelah mengadsorpsi By Administrator Date Thursday, April 16 2015

Peak Area/Height Results

Peak	X (cm-1)	Y (%T)	Area (%T)	Height (%T)	Start	End	Base1	Base2
1	3918.4	102.17	-4.53	-0.12	4000	3910.05	4000	3910.05
2	3902.55	101.98	-4.41	-0.28	3910.05	3874.68	3910.05	3874.68
3	3865.84	101.99	-1.63	-0.17	3874.68	3858	3874.68	3858
4	3853.64	101.99	-0.93	-0.12	3858	3843.79	3858	3843.79
5	3822.6	101.98	-2.24	-0.14	3843.79	3815.3	3843.79	3815.3
6	3798.3	102	-1.49	-0.13	3815.3	3779.8	3815.3	3779.8
7	3749.43	101.58	-5.12	-0.37	3779.8	3735.04	3779.8	3735.04
8	3728.11	101.76	-1.27	-0.14	3735.04	3719.13	3735.04	3719.13
9	3708.13	101.84	-1.24	-0.13	3719.13	3701.93	3719.13	3701.93
10	3685.66	101.85	-1.5	-0.13	3701.93	3676.14	3701.93	3676.14
11	3671.55	101.76	-1.16	-0.19	3676.14	3662.39	3676.14	3662.39
12	3649.53	101.76	-1.79	-0.15	3662.39	3637.15	3662.39	3637.15
13	3629.69	101.65	-1.22	-0.21	3637.15	3621.91	3637.15	3621.91

Peak	X (cm-1)	Y (%T)	Area (%T)	Height (%T)	Start	End	Base1	Base2
14	3610.66	101.62	-2.65	-0.2	3621.91	3569.56	3621.91	3569.56
15	3546.31	101.68	-1.82	-0.15	3569.56	3540.46	3569.56	3540.46
16	3525.56	101.65	-1.36	-0.17	3540.46	3515.31	3540.46	3515.31
17	3503.14	101.69	-1.09	-0.12	3515.31	3493.98	3515.31	3493.98
18	2970	101.11	-12.13	-0.41	3493.98	2837.88	3493.98	2837.88
19	1844.85	100.67	-76.12	-0.23	2837.88	1826.16	2837.88	1826.16
20	1793.3	100.62	-2.29	-0.15	1826.16	1782.13	1826.16	1782.13
21	1735.34	100.01	-15.6	-0.51	1782.13	1719.24	1782.13	1719.24
22	1716.53	100.18	-1.23	-0.3	1719.24	1707.72	1719.24	1707.72
23	1699.95	100.37	-3.37	-0.29	1707.72	1684.43	1707.72	1684.43
24	1675.45	100.51	-2.64	-0.24	1684.43	1666.89	1684.43	1666.89
25	1662.68	100.55	-1.04	-0.12	1666.89	1654.21	1666.89	1654.21
26	1647.02	100.48	-2.69	-0.19	1654.21	1628.7	1654.21	1628.7
27	1623.61	100.49	-12.46	-0.13	1628.7	1559.9	1628.7	1559.9
28	1555.78	100.39	-2.37	-0.47	1559.9	1550.11	1559.9	1550.11
29	1542.1	100.07	-2.87	-0.61	1550.11	1538.86	1550.11	1538.86
30	1535.6	100.47	-0.69	-0.18	1538.86	1531.68	1538.86	1531.68
31	1523.13	100.34	-1.59	-0.27	1531.68	1518.34	1531.68	1518.34
32	1512.6	100.43	-1.72	-0.22	1518.34	1506.03	1518.34	1506.03
33	1501.82	100.42	-3.84	-0.28	1506.03	1477.26	1506.03	1477.26
34	1473.13	100.31	-2.58	-0.31	1477.26	1460.02	1477.26	1460.02
35	1456.96	100.18	-1.38	-0.34	1460.02	1442.5	1460.02	1442.5
36	1435.81	100.4	-2.94	-0.13	1442.5	1405.91	1442.5	1405.91
37	1370.73	100.19	-22.83	-0.42	1405.91	1293.46	1405.91	1293.46
38	1270.98	100.51	-1.96	-0.11	1293.46	1253.47	1293.46	1253.47
39	1217.5	100.23	-14.68	-0.44	1253.47	1181.48	1253.47	1181.48
40	1035.3	99.76	-94.83	-0.88	1181.48	916.98	1181.48	916.98
41	855.12	100.41	-5.23	-0.13	916.98	837.03	916.98	837.03

Peak	X (cm-1)	Y (%T)	Area (%T)	Height (%T)	Start	End	Base1	Base2
42	779.02	100.2	-5.32	-0.2	837.03	761.34	837.03	761.34
43	751.12	100.25	-1.94	-0.14	761.34	736.92	761.34	736.92
44	691.25	99.97	-12.31	-0.45	736.92	681.28	736.92	681.28
45	674.61	99.59	-5.74	-0.94	681.28	669.01	681.28	669.01
46	667	100.26	-0.49	-0.26	669.01	665.41	669.01	665.41
47	663.31	100.19	-0.57	-0.28	665.41	661.16	665.41	661.16
48	659.57	100.29	-0.96	-0.43	661.16	656.98	661.16	656.98
49	651.12	100.08	-2.11	-0.57	656.98	649.13	656.98	649.13
50	647.62	100.23	-0.91	-0.45	649.13	645.17	649.13	645.17
51	643.14	100.42	-1.02	-0.51	645.17	641.22	645.17	641.22
52	639.27	100.4	-1.29	-0.61	641.22	636.99	641.22	636.99
53	635.15	100.8	-0.6	-0.33	636.99	633.45	636.99	633.45
54	630.96	100.38	-0.89	-0.43	633.45	629.25	633.45	629.25
55	627.22	100.26	-1.8	-0.5	629.25	621.71	629.25	621.71
56	615.63	100.1	-3.49	-0.5	621.71	613.32	621.71	613.32
57	611.22	100.08	-1.18	-0.41	613.32	605.56	613.32	605.56
58	600	99.83	-5.18	-1	605.56	596.9	605.56	596.9
59	595.06	100.54	-0.66	-0.36	596.9	593.15	596.9	593.15
60	591.12	100.31	-1.25	-0.65	593.15	589.24	593.15	589.24
61	587.4	100.07	-3.97	-1.81	589.24	585.05	589.24	585.05
62	582.9	99.64	-48.49	-7.3	585.05	576.9	585.05	576.9
63	576.14	116.37	-17.93	-7.28	576.9	573.21	576.9	573.21
64	570.93	82.38	-78.45	-47.31	573.21	569.02	573.21	569.02

Peak	X (cm-1)	Y (%T)	Area (%T)	Height (%T)	Start	End	Base1	Base2
1	3918.52	102.02	-4.99	-0.12	4000	3909.46	4000	3909.46
2	3902.57	101.79	-4.79	-0.32	3909.46	3874.7	3909.46	3874.7
3	3865.85	101.8	-1.74	-0.2	3874.7	3858.03	3874.7	3858.03
4	3853.76	101.83	-1	-0.12	3858.03	3843.95	3858.03	3843.95

Peak	X (cm-1)	Y (%T)	Area (%T)	Height (%T)	Start	End	Base1	Base2
5	3822.4	101.76	-2.97	-0.21	3843.95	3814.98	3843.95	3814.98
6	3798.3	101.82	-1.76	-0.16	3814.98	3779.36	3814.98	3779.36
7	3749.25	101.35	-12.61	-0.57	3779.36	3720.26	3779.36	3720.26
8	3711.85	101.65	-1.88	-0.2	3720.26	3701.87	3720.26	3701.87
9	3685.91	101.72	-1.57	-0.12	3701.87	3680.07	3701.87	3680.07
10	3671.58	101.63	-1.46	-0.2	3680.07	3662.27	3680.07	3662.27
11	3649.61	101.59	-2.28	-0.21	3662.27	3637.3	3662.27	3637.3
12	3629.7	101.49	-1.39	-0.24	3637.3	3621.95	3637.3	3621.95
13	3610.74	101.48	-2.98	-0.21	3621.95	3569.6	3621.95	3569.6
14	3563.6	101.61	-0.79	-0.13	3569.6	3557.8	3569.6	3557.8
15	3546.14	101.57	-0.97	-0.14	3557.8	3539.91	3557.8	3539.91
16	3525.49	101.52	-1.53	-0.18	3539.91	3515.85	3539.91	3515.85
17	3503.27	101.53	-1.36	-0.16	3515.85	3494.03	3515.85	3494.03
18	2970.17	101.07	-22.69	-0.38	3494.03	2806.08	3494.03	2806.08
19	2348.54	100.87	-7.33	-0.2	2806.08	2285.93	2806.08	2285.93
20	1844.85	100.66	-15.87	-0.23	2285.93	1826.13	2285.93	1826.13
21	1793.45	100.61	-2.55	-0.16	1826.13	1782.04	1826.13	1782.04
22	1735.67	99.97	-17.02	-0.55	1782.04	1719.16	1782.04	1719.16
23	1716.42	100.15	-1.36	-0.32	1719.16	1707.64	1719.16	1707.64
24	1699.94	100.29	-3.97	-0.35	1707.64	1684.54	1707.64	1684.54
25	1675.35	100.44	-3.05	-0.28	1684.54	1666.93	1684.54	1666.93
26	1662.52	100.48	-1.23	-0.14	1666.93	1654.17	1666.93	1654.17
27	1647.11	100.43	-3.15	-0.21	1654.17	1628.67	1654.17	1628.67
28	1623.63	100.44	-0.78	-0.12	1628.67	1613.83	1628.67	1613.83
29	1591.02	100.46	-12.46	-0.28	1613.83	1559.89	1613.83	1559.89
30	1555.84	100.3	-2.73	-0.54	1559.89	1550.09	1559.89	1550.09
31	1542.07	99.94	-3.29	-0.7	1550.09	1538.84	1550.09	1538.84
32	1535.64	100.42	-0.72	-0.19	1538.84	1531.59	1538.84	1531.59

Peak	X (cm-1)	Y (%T)	Area (%T)	Height (%T)	Start	End	Base1	Base2
33	1523.45	100.28	-1.62	-0.28	1531.59	1518.16	1531.59	1518.16
34	1512.6	100.37	-1.72	-0.23	1518.16	1506.07	1518.16	1506.07
35	1502.06	100.33	-3.94	-0.31	1506.07	1477.27	1506.07	1477.27
36	1473.13	100.23	-2.75	-0.31	1477.27	1459.9	1477.27	1459.9
37	1456.95	100.08	-1.44	-0.35	1459.9	1442.64	1459.9	1442.64
38	1435.83	100.3	-3.68	-0.16	1442.64	1405.88	1442.64	1405.88
39	1370.74	100.06	-24.85	-0.47	1405.88	1293.42	1405.88	1293.42
40	1270.81	100.42	-2.52	-0.13	1293.42	1249.86	1293.42	1249.86
41	1217.45	100.15	-13.95	-0.43	1249.86	1184.97	1249.86	1184.97
42	1035.78	99.34	-135.31	-1.26	1184.97	925.55	1184.97	925.55
43	767.37	100.09	-2.11	-0.14	925.55	757.17	925.55	757.17
44	747.66	100.09	-1.4	-0.15	757.17	736.92	757.17	736.92
45	719.46	100.05	-1.43	-0.13	736.92	716.94	736.92	716.94
46	691.23	99.81	-4.33	-0.27	716.94	685.17	716.94	685.17
47	683.17	99.93	-0.46	-0.13	685.17	677.59	685.17	677.59
48	673.75	99.4	-4.61	-0.85	677.59	669.02	677.59	669.02
49	666.87	99.86	-0.68	-0.34	669.02	665.16	669.02	665.16
50	663.28	99.83	-0.47	-0.23	665.16	661.09	665.16	661.09
51	659.63	99.96	-0.9	-0.39	661.09	656.86	661.09	656.86
52	651.3	99.78	-2.66	-0.83	656.86	649	656.86	649
53	647.15	100.15	-0.72	-0.38	649	645.25	649	645.25
54	643.22	100.07	-1.02	-0.5	645.25	641.08	645.25	641.08
55	639.64	100.34	-0.97	-0.46	641.08	637.1	641.08	637.1
56	631.2	100.09	-2.81	-0.6	637.1	629	637.1	629
57	627.66	100.37	-0.49	-0.25	629	625.21	629	625.21
58	623.37	100.53	-0.54	-0.28	625.21	621.48	625.21	621.48
59	618.79	100.08	-0.81	-0.37	621.48	617.07	621.48	617.07
60	615.27	100.07	-0.26	-0.14	617.07	613.67	617.07	613.67

Peak	X (cm-1)	Y (%T)	Area (%T)	Height (%T)	Start	End	Base1	Base2
61	611.27	99.86	-2.08	-0.53	613.67	605.37	613.67	605.37
62	600.02	99.86	-4.18	-0.78	605.37	597.15	605.37	597.15
63	594.83	99.77	-0.92	-0.45	597.15	593.09	597.15	593.09
64	591.89	99.76	-1.26	-0.56	593.09	589.23	593.09	589.23
65	587.12	99.48	-4.82	-2.16	589.23	584.8	589.23	584.8
66	584.06	102.03	-29.59	-2.2	584.8	576.96	584.8	576.96
67	575.45	119.34	-43.94	-18.05	576.96	571.49	576.96	571.49
68	568.98	136.34	-28.1	-22.72	571.49	568.13	571.49	568.13