



**MODIFIKASI ADSORBEN BERBASIS KAYU RANDU
MENGUNAKAN NaOH UNTUK MENJERAP ZAT WARNA
METHYL VIOLET DALAM LIMBAH INDUSTRI BATIK**

**TUGAS AKHIR
disajikan sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Ahli Madya Program Studi Teknik Kimia**

oleh
**Masni Maksiola
5511312007**

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

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama mahasiswa :Masni Maksiola

NIM : 5511312007

Tugas Akhir

Judul : Modifikasi Adsorben Berbasis Kayu Randu Menggunakan NaOH untuk Menjerap Zat Warna *Methyl Violet* dalam Limbah Industri Batik.

telah disetujui oleh Pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Tugas Akhir

Pembimbing



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

NIP. 197310172000032001

PENGESAHAN KELULUSAN

Tugas Akhir

Judul : Modifikasi Adsorben Berbasis Kayu Randu Menggunakan NaOH untuk Menjerap Zat Warna *Methyl Violet* dalam Limbah Industri Batik.

Oleh : Masni Maksiola

NIM : 5511312007

telah dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada :

Hari : Senin,

Tanggal : 11 Mei 2015

Dekan Fakultas Teknik



Drs. Muhammad Harlanu, M. Pd.

NIP. 196602151991021001

Ketua Prodi Teknik Kimia

Dr. Ratna Dewi K., S.T., M.T.

NIP. 197603112000122001

Penguji

Bayu Triwibowo S.T., M.T.

NIP. 198811222013101129

Pembimbing

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

NIP. 197310172000032001

MOTTO

“ Tidak ada hasil yang mengkhianati usaha, karena sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan maka apabila kamu telah selesai (dari satu urusan) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain (Q.S Al-Insyirah : 6-7)”

PERSEMBAHAN

1. Allah SWT.
2. Ibu dan Bapak
3. Saudaraku
4. Dosen-dosenku.
5. Sahabat-sahabatku.
6. Almamaterku.

INTISARI

Maksiola, Masni. 2015. Modifikasi Adsorben Berbasis Kayu Randu Menggunakan NaOH untuk Menjerap Zat Warna *Methyl Violet* dalam Limbah Industri Batik. Tugas Akhir, Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Dr. Widi Astuti, S.T., M.T.

Pencemaran air sungai oleh limbah industri batik seperti pewarna merupakan masalah besar yang dihadapi saat ini, sehingga diperlukan pengolahan limbah zat warna tersebut, diantaranya *methyl violet*. 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 komponen lignoselulosa yang tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben untuk menjerap zat warna pada limbah cair. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakterisasi adsorben kayu randu sebelum dan sesudah direaksikan dengan NaOH dan untuk mengetahui kemampuan kayu randu hasil reaksi dengan NaOH sebagai adsorben dalam menjerap zat warna *methyl violet* dalam limbah industri batik

Pada penelitian ini, modifikasi adsorben kayu randu dilakukan dengan reaksi menggunakan NaOH. Serbuk kayu randu direaksikan dengan larutan NaOH 0,1 N dan 0,3 N dengan rasio 30 gr serbuk kayu randu dalam 500 ml larutan NaOH 0,3 N dan diaduk menggunakan stirer selama 1 jam. Selanjutnya dilakukan pencucian hingga pH netral dan pengeringan dengan suhu 120°C. Adsorben kayu randu hasil reaksi dengan NaOH diidentifikasi karakterisasinya dengan analisis FTIR dan SEM, serta dilakukan uji kemampuan adsorpsi zat warna *methyl violet* dengan rasio perbandingan massa adsorben dengan larutan zat warna 1:100. Adsorpsi zat warna *methyl violet* dilakukan dengan variasi pH 3,5 dan 7, variasi waktu kontak 2,4,6,8,10,15,30,60,90 dan 120 menit, serta variasi konsentrasi 30,40,50,60,70,80,90 dan 100 ppm. Selanjutnya dilakukan analisis model isoterm adsorpsi dan kinetika adsorpsi.

Hasil analisis FTIR adsorben kayu randu sebelum dan sesudah direaksikan dengan NaOH 0,3 N memiliki ketersediaan gugus-gugus aktif yang dapat mengadsorpsi zat warna *methyl violet* yaitu gugus -OH, gugus C-H dan gugus C-O. Sedangkan Analisis SEM pada serbuk kayu randu sesudah direaksikan dengan NaOH 0,3 N menunjukkan adanya pori-pori yang cukup banyak, sementara serbuk kayu randu sebelum direaksikan dengan NaOH tidak menunjukkan adanya pori-pori. Berdasarkan uji kemampuan adsorpsi, serbuk kayu randu setelah direaksikan dengan NaOH 0,3 N mampu menjerap zat warna *methyl violet* mencapai 77%, sementara serbuk kayu randu sebelum direaksikan dengan NaOH hanya mampu menjerap zat warna *methyl violet* sebesar 26%. Model isoterm yang sesuai dengan penelitian ini adalah isoterm Langmuir dan model kinetika yang sesuai adalah model pseudo orde dua.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, penulis bersyukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Modifikasi Adsorben Berbasis Kayu Randu Menggunakan NaOH untuk Menjerap Zat Warna *Methyl Violet* dalam 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. Drs. Muhammad Harlanu, M. Pd., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Ratna Dewi Kusumaningtyas, S.T., M.T. selaku Ketua Prodi Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang yang telah berkenan memberikan nasihat dan masukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Dr. Widi Astuti, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah berkenan meluangkan waktunya serta penuh kesabaran memberikan bimbingan, motivasi, pengarahan dalam penyusunan Tugas Akhir
4. Bayu Triwibowo S.T.,M.T., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan pengarahandalam penyempurnaan penyusunan Tugas Akhir.
5. Danang Subarkah, S.Si., selaku laboran Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah membimbing praktikan saat praktikum.
6. Ibu dan Bapak yang senantiasa mendukung dan mendoakan untuk kelancaran dalam pengerjaan Tugas Akhir.
7. Keluarga serta teman-teman seperjuangan atas doa, semangat dan motivasi sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
8. Bangkit Johan yang senantiasa mendukung dan memotivasi saya pada saat saya mulai jenuh dalam mengerjakan laporan Tugas Akhir.

9. Syara, Shofia dan Indah atas kebersamaan, semangat dan selalu menghibur disaat saya mengalami kejenuhan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
10. Bayu, Indah, Hesmita, Riris, Ratih, Ria, Syara, Dwi, Istiqomah, Fitriya, Aji, Desi dan Oktayang sudah menemani dan menghibur di saat mengerjakan praktikum Tugas Akhir di laboratorium.
11. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu, mendoakan dan memberikan semangat sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang,4 Mei 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
PENGESAHAN KELULUSAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
INTISARI.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	4
2.1 Kayu Randu.....	4
2.1.1 Selulosa.....	5
2.1.2 Hemiselulosa.....	6
2.1.3 Lignin.....	6

2.2 Adsorpsi	8
2.3 Isoterm Adsorpsi	11
2.4 Kinetika Adsorpsi	12
2.5 Zat Warna <i>Methyl Violet</i>	13
2.6 Karakteristik Adsorben	15
BAB III PROSEDUR KERJA	20
3.1 Alat	20
3.2 Bahan	20
3.3 Rangkaian Alat	21
3.4 Cara Kerja	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Preparasi Serbuk Kayu Randu Sebagai Adsorben	24
4.2 Karakterisasi Adosrben Hasil Reaksi dengan NaOH	25
4.2.1 Gugus Fungsi	26
4.2.2 Analisis SEM	27
4.2.3 Analisis Luas Permukaan	28
4.3 Uji Kemampuan Adsorpsi Zat Warna <i>Methyl Violet</i>	28
4.3.1 Pembuatan Kurva Standar Zat Warna <i>Methyl Violet</i>	29
4.3.2 Pengaruh Konsentrasi NaOH	31
4.3.3 Pengaruh pH Larutan	32
4.3.4 Pengaruh Waktu Kontak	33
4.3.5 Pengaruh Konsentrasi Awal Larutan	34

4.3.6 Desorpsi	35
4.3.7 Isoterm Adsorpsi	37
4.3.8 Kinetika Adsorpsi	39
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Simpulan	42
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Selulosa	6
Gambar 2.2 Mekanisme pemutusan ikatan antara lignin dan selulosa menggunakan NaOH,	8
Gambar 2.3 Struktur Kimia <i>methyl violet</i>	14
Gambar 3.1 Rangkaian Alat shaker	21
Gambar 4.1 Mekanisme degradasi lignin oleh nukleofil OH.	24
Gambar 4.2 Kurva spektrum FTIR.	26
Gambar 4.3 Morfologi permukaan kayu randu (a) sebelum direaksikan NaOH dan (b) setelah direaksikan NaOH 0,3 N.	27
Gambar 4.4 Morfologi permukaan kayu randu setelah direaksikan dengan (a) NaOH 0,1 N dan (b) NaOH 0,3 N	28
Gambar 4.5 Kurva standar zat warna <i>methyl violet</i>	30
Gambar 4.6 Pengaruh Konsentrasi NaOH terhadap kemampuan adsorpsi adsorben kayu randu.	31
Gambar 4.7 Pengaruh hubungan pH terhadap persentase zat warna <i>methyl violet</i> yang teradsorpsi.....	32
Gambar 4.8 Pengaruh hubungan waktu kontak (menit) terhadap persentase <i>methyl violet</i> teradsorpsi.....	33
Gambar 4.9 Pengaruh hubungan konsentrasi awal larutan terhadap persentase zat warna <i>methyl violet</i> yang teradsorpsi.....	35
Gambar 4.10 Pengaruh desorpsi larutan zat warna pada serbuk kayu randu sebelum dan sesudah direaksikan NaOH.....	36
Gambar 4.11 Grafik hubungan c_e terhadap q_e data dan q_e model.	39
Gambar 4.12 Grafik model pseudo orde satu pada konsentrasi awal	40

Gambar 4.13 Grafik model pseudo orde dua pada konsentrasi awal.....	40
Gambar 4.14 Grafik hubungan t terhadap q_t data dan q_t model.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penggolongan adsorben berdasarkan ukuran pori	19
Tabel 4.1 Data adsorbansi larutan zat warna <i>methyl violet</i>	29
Tabel 4.2 Data ralat rerata qe model terhadap qe data penelitian	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Pembuatan Adsorben dari Kayu Randu dengan Direaksikan NaOH 0,3 N.....	47
Lampiran 2. Diagram Alir Adsorpsi Zat Warna <i>Methyl Violet</i> untuk Mengetahui Pengaruh pH Larutan	48
Lampiran 3. Diagram Alir Adsorpsi Zat Warna <i>Methyl Violet</i> untuk Mengetahui Pengaruh Waktu Kontak	49
Lampiran 4. Diagram Alir Adsorpsi Zat Warna <i>Methyl Violet</i> untuk Mengetahui Pengaruh Konsentrasi Awal.....	50
Lampiran 5. Hasil Analisa FTIR Serbuk Kayu Randu Sebelum Direaksikan dengan NaOH	51
Lampiran 6. Hasil Analisa FTIR Serbuk Kayu Randu Sesudah Direaksikan dengan NaOH 0,3 N.....	53
Lampiran 7. Hasil Analisa Luas Permukaan serbuk kayu randu sebelum direaksikan NaOH.....	55
Lampiran 8. Hasil Analisa Luas Permukaan serbuk kayu randu sesudah direaksikan NaOH.....	57
Lampiran 9. Data Perhitungan Pengenceran Larutan Zat Warna <i>Methyl Violet</i> untuk Pembuatan Kurva Standar	59
Lampiran 10. Perhitungan Konsentrasi Larutan Setelah Adsorpsi	61
Lampiran 11. Perhitungan % Zat Warna yang Teradsorpsi	62
Lampiran 12. Data Perhitungan Isoterm Adsorpsi Langmuir.....	63
Lampiran 13. Data Perhitungan Isoterm Adsorpsi Freundlich.	64

Lampiran 14. Data Perhitungan Kinetika Adsorpsi Model Pseudo Orde Satu.....	65
Lampiran 15. Data Perhitungan Kinetika Adsorpsi Model Pseudo Orde Dua.	66
Lampiran 16. Gambar Praktikum.....	67

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri batik merupakan salah satu bidang industri dalam negeri yang telah berkembang. Selain berdampak positif, perkembangan industri ini telah menimbulkan dampak negatif yaitu pencemaran lingkungan akibat limbah cair yang mengandung bahan kimia dan zat warna. Limbah berwarna tersebut berasal dari proses produksi yang dibuang ke sungai tanpa proses pengolahan terlebih dahulu. Limbah cair yang berwarna ini sangat berbahaya jika langsung dibuang ke lingkungan karena selain sifatnya yang beracun dan karsinogenik, adanya kandungan zat warna juga dapat mengganggu proses fotosintesis yang terjadi dalam badan air. Kurangnya intensitas cahaya matahari tersebut akan berpengaruh pada kehidupan organisme yang ada di dalam air. Dengan demikian, diperlukan suatu pengolahan yang dapat menghilangkan atau menurunkan konsentrasi warna sebelum dibuang ke badan air.

Salah satu alternatif pengolahan yang dapat digunakan untuk menghilangkan zat warna adalah dengan metode adsorpsi. Adsorpsi merupakan suatu teknik yang efisien karena murah, mudah diterapkan dan efektif terutama untuk konsentrasi rendah. Adsorben yang sering digunakan dalam proses adsorpsi adalah karbon aktif dan zeolit (Adamson, 1990). Namun, adsorben tersebut relatif mahal. Oleh karena itu, perlu dikembangkan alternatif adsorben yang murah sehingga dapat diaplikasikan di industri. Salah satu alternatifnya adalah penggunaan limbah berbasis biomaterial.

Beberapa penelitian pembuatan adsorben dari biomaterial yang mengandung lignoselulosa untuk menghilangkan zat warna telah banyak dilakukan. Kurniawan (2012) menggunakan jerami padi sebagai adsorben untuk menjerap zat warna *color index reaktive orange* dengan efisiensi adsorpsi maksimum 84,82 % pada konsentrasi 20 ppm. Hastuti (2012) mempelajari penggunaan serat daun nanas sebagai adsorben zat warna *procian red mx 8b* dengan daya serap sebesar 3,748 mg/g. Raghuvanshi *et*

al. (2004) memperlihatkan bahwa ampas tebu dapat mengadsorpsi zat warna *methylen blue* dengan efisiensi penjerapan mencapai 90%. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa biomaterial yang mengandung lignoselulosa dapat diolah lebih lanjut sebagai adsorben yang inovatif dan diharapkan mampu meningkatkan nilai tambahnya.

Pohon randu banyak tumbuh di negara Indonesia terutama di pulau Jawa, tetapi pemanfaatannya yang masih minimal dan nilai ekonomisnya rendah karena pada umumnya pohon randu hanya diambil kapasnya. Selain itu, kayu randu termasuk dalam jenis kayu lunak dimana dalam kayu lunak memiliki kandungan lignin yang lebih banyak bila dibandingkan dengan kayu keras yaitu sebesar 26-32%. Lignin mempunyai gugus fungsional yang dapat dimodifikasi lebih lanjut sehingga potensial sebagai adsorben dengan mengubah gugus fungsional tersebut menjadi situs aktif yang dapat berperan penting pada proses adsorpsi zat warna *methyl violet* pada limbah industri batik.

1.2 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan suatu permasalahan sebagai berikut :

- a. Bagaimana karakteristik adsorben kayu randu (*Ceiba pentandra L.Gaerner*) sebelum dan sesudah direaksikan dengan NaOH?
- b. Bagaimana kemampuan kayu randu (*Ceiba pentandra L.Gaerner*) setelah direaksikan dengan NaOH sebagai adsorben dalam menyerap zat warna *methyl violet* dalam limbah industri batik?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Mengetahui karakteristik adsorben kayu randu (*Ceiba pentandra L.Gaerner*) sebelum dan sesudah direaksikan dengan NaOH

- b. Mengetahui kemampuan kayu randu (*Ceiba pentandra L.Gaerner*) sesudah direaksikan dengan NaOH sebagai adsorben dalam menjerap zat warna *methyl violet* dalam limbah industri batik.

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 sintetis 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 kapuk (*Ceiba pentandra L.Gaerner*) merupakan pohon tropis yang banyak ditanam di Asia, terutama di Indonesia (khususnya pulau Jawa), Malaysia, Filipina, dan Amerika Selatan. Pohon randu atau kapuk randu merupakan pohon yang dapat tumbuh hingga setinggi 60-70 m yang menggugurkan bunga dan memiliki batang pohon yang cukup besar hingga mencapai diameter 3 m. Pohon ini banyak ditanam di kebun, pematang sawah dan dapat berfungsi sebagai pohon pembatas wilayah. 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, 1983). Selain itu kapuk randu (*Ceiba pentandra L.Gaerner*) dapat tumbuh di atas berbagai macam tanah, dari tanah berpasir sampai tanah liat berdrainase baik, tanah aluvial, sedikit asam sampai netral. Kapuk randu (*Ceiba pentandra L.Gaerner*) dapat juga hidup pada daerah kering dan suhu di bawah nol dalam jangka pendek serta peka terhadap kebakaran.

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 : *Plantae*
Divisi : *Magnoliophyta*
Kelas : *Magnoliopsida*
Ordo : *Malvales*
Famili : *Malvaceae*
Genus : *Ceiba*

Spesies : *Ceiba pentandra*

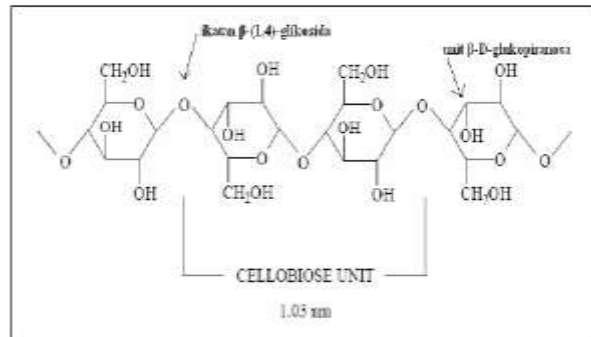
Nama binomial : *Ceiba pentandra* L.

Di bidang kehutanan dan perkebunan, tanaman kapuk randu (*Ceiba pentandra* L) memiliki nilai ekonomi yang sangat rendah. Banyak tanaman kapuk randu yang diabaikan begitu saja tanpa diperhatikan kelestarian dan keberlanjutannya. Hanya bagian kayu dan kapuknya saja yang sebagian besar dari penduduk Indonesia ketahui dapat dimanfaatkan, sedangkan potensi lainnya dari tanaman tersebut masih sangat minim diketahui oleh masyarakat. Berdasarkan penelitian bahwa kayu randu memiliki kandungan selulosa, hemiselulosa, lignin dan zat ekstraktif, yaitu selulosa sebanyak 40-50%, hemiselulosa 24-40%, lignin 26-32 % serta mengandung protein, lemak, abu, fosfor, dan kalsium (Mujnisa, 2007).

Lignoselulosa tersusun dari mikrofibril-mikrofibril selulosa yang membentuk kluster-kluster, dengan ruang antar mikrofibril terisi dengan hemiselulosa, dan kluster-kluster tersebut terikat kuat menjadi satu kesatuan oleh lignin (Soerawidjaja dan Amiruddin, 2007). Jadi secara kimia, lignoselulosa terdiri atas tiga komponen utama, yaitu lignin, hemiselulosa, selulosa dan sedikit kandungan ekstraktif.

2.1.1 Selulosa

Selulosa adalah komponen utama kayu dengan kandungannya 40-50% dari berat kering yang tersusun atas unit-unit β -D-glukopiranos yang terikat satu sama lain dengan ikatan-ikatan β -(1,4)-glikosida. Molekul-molekul selulosa seluruhnya terbentuk linier dan mempunyai kecenderungan kuat membentuk ikatan-ikatan hidrogen yang kuat dan tidak larut dalam kebanyakan pelarut. Struktur selulosa tersaji pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 struktur selulosa (Ibrahim, 1998)

2.1.2 Hemiselulosa

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.

2.1.3 Lignin

Kayu randu termasuk dalam jenis kayu lunak, dimana dalam kayu lunak memiliki kandungan lignin lebih banyak bila dibandingkan dalam kayu keras (Fengel dan Wegener, 1995). Di dalam kayu lunak kandungan lignin sebesar

26-32%, sementara pada kayu keras kandungan lignin sebesar 20-28% (Sjostrom, 1981).

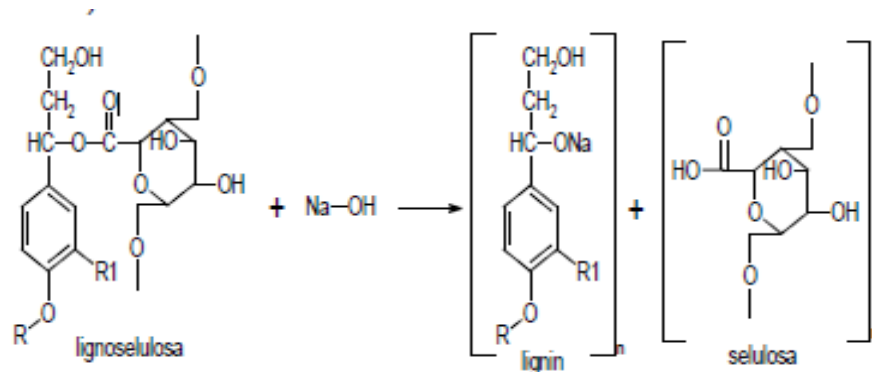
Lignin merupakan molekul kompleks yang tersusun dari unit *phenylpropane* yang terikat di dalam struktur tiga dimensi dimana material yang paling kuat di dalam biomassa. Lignin sangat resisten terhadap degradasi, baik secara biologi, enzimatik, maupun kimia. Karena kandungan karbon yang relative tinggi dibandingkan dengan selulosa dan hemiselulosa, lignin memiliki kandungan energi yang tinggi (Osvaldo, 2013)

Lignin adalah bagian utama dari dinding sel tanaman yang terdapat sekitar 20-40% dan merupakan polimer berkadar aromatik-fenolik yang tinggi, berwarna kecoklatan dan relatif mudah teroksidasi. Lignin mempunyai berat molekul yang bervariasi antara 1000-20000, tergantung pada sumber biomasanya. Lignin relatif stabil terhadap larutan asam mineral, tetapi larut dalam larutan basa panas dan larutan ion bisulfit panas. Pada kayu, lignin umumnya terdapat di daerah lamela tengah dan berfungsi sebagai pengikat antar sel serta menguatkan dinding kayu.

Proses modifikasi adsorben dari kayu randu dilakukan dengan reaksi menggunakan Natrium Hidroksida (NaOH) yang merupakan bahan kimia tidak berbahaya, murah, dan mudah didapat. NaOH dapat menimbulkan terjadinya lapisan oksida logam pada dinding pori-pori arang aktif sehingga pori-pori akan menjadi lebih besar dan menghasilkan daya serap terhadap iodium, dan benzena yang tinggi. Larutan NaOH merupakan aktivator basa yang dapat digunakan untuk menghilangkan zat-zat pengotor sehingga akan mengaktifkan gugus-gugus aktif yang ada (Onggo, 2005).

Kayu randu mengandung komponen utama karbohidrat (selulosa, hemiselulosa dan lignin. Keberadaan lignin sebagai pengikat antar sel selulosa dalam adsorben dapat menjadi penyedia situs aktif. Modifikasi dilakukan menggunakan NaOH yang bertujuan untuk membuka situs aktif pada lignin.

Ion OH^- dari NaOH akan memutuskan ikatan-ikatan dari struktur dasar lignin sehingga lignin akan mudah larut. Reaksi pemutusan ikatan lignin dari selulosa dapat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Mekanisme pemutusan ikatan antara lignin dan selulosa menggunakan NaOH (Fengel dan Wegener, 1995)

Penelitian tentang aktivasi adsorben menggunakan NaOH telah banyak dilakukan. Sri Hastuti (2013) mereaksikan serat daun nanas dengan larutan NaOH 2% untuk adsorpsi zat warna *procion red* didapatkan kapasitas adsorpsi sebesar 3,748 mg/g. Retnowati (2005) mengaktivasi ampas teh menggunakan larutan NaOH 0,6 N untuk adsorpsi limbah cair tekstil dan didapatkan persentase zat warna teradsorpsi sebesar 40%. Hendra (2009) telah menggunakan NaOH dengan konsentrasi NaOH 2% dengan kapasitas adsorpsi sebesar 5,4 mg/g untuk menyisahkan zat warna *color index reactive orange*.

2.2 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan proses akumulasi suatu partikel atau zat yang dijerap pada permukaan padatan penjerap, yang disebabkan oleh adanya gaya tarik menarik antara molekul padatan dengan material terjerap (fisisorpsi) atau interaksi kimia

(kemisorpsi). Partikel yang terakumulasi dan dijerap oleh permukaan disebut adsorbat sedangkan material tempat terjadinya adsorpsi disebut adsorben.

Menurut Setyaningsih (1995) dalam Rumidatul (2006), mekanisme adsorpsi dapat diterangkan sebagai berikut: molekul adsorbat berdifusi melalui suatu lapisan batas ke permukaan luar adsorben, sebagian ada yang teradsorpsi di permukaan luar, sebagian besar berdifusi lanjut di dalam pori - pori adsorben (disebut difusi internal). Adsorpsi dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Adsorpsi fisika

Adsorpsi fisika memiliki permukaan adsorben yang heterogen dan multilayerbersifat reversibel sehingga mudah dilepaskan kembalidengan cara menurunkan tekanan gas atau konsentrasi zat terlarut (Rouquerol dkk., 1999). Adsorpsi fisika umumnya terjadi pada suhu yang rendah dan jumlah zat yang teradsorpsi akan semakin kecil dengan naiknya suhu.Panas adsorpsi yang menyertai adsorpsi fisika yaitu kurang dari 20,92 Kj/mol (Adamson, 1990)

2. Adsorpsi kimia

Dalam adsorpsi kimia, proses adsorpsi terjadi dengan adanya pembentukan ikatan kimia (kovalen) dengan sifat yang spesifik karena tergantung pada jenis adsorben dan adsorbatnya. Adsorpsi kimia mengasumsikan bahwa semua situs dan permukaannya bersifat homogen. Setiap situs aktif dapat mengadsorpsi satu molekul adsorbat dan bila setiap situs aktif yang telah mengadsorpsi adsorbat maka adsorben sudah tidak dapat mengadsorpsi lagi.Adsorpsi kimia bersifat ireversibel, berlangsung pada suhu tinggi dan tergantung pada energi aktivasi. Karena terjadi pemutusan ikatan, maka panas adsorpsinya mempunyai kisaran yang sama seperti reaksi kimia, yaitu di atas 20,92 kJ/mol (Adamson, 1990).

Kemampuan suatu adsorben menarik sejumlah adsorbat atau daya adsorpsi pada permukaan adsorpsi dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor - faktor yang mempengaruhi daya adsorpsi suatu adsorben: (Hendra, 2008)

1. Jenis Adsorbat

a. Ukuran molekul adsorbat

Ukuran molekul merupakan hal yang sangat penting diperhatikan agar proses adsorpsi dapat terjadi dan berjalan dengan baik. Ukuran molekul adsorbat nantinya mempengaruhi ukuran pori dari adsorben yang digunakan. Molekul-molekul adsorbat yang dapat diadsorpsi adalah molekul-molekul yang diameternya lebih kecil dari diameter pori adsorben atau sama dengan diameter pori adsorben.

b. Kepolaran Zat

Adsorpsi lebih kuat terjadi pada molekul yang lebih polar dibandingkan dengan molekul yang kurang polar pada kondisi diameter yang sama. Molekul-molekul yang lebih polar dapat menggantikan molekul-molekul yang kurang polar yang telah lebih dahulu teradsorpsi. Pada kondisi dengan diameter yang sama, maka molekul polar lebih dahulu diadsorpsi.

2. Karakteristik Adsorben

a. Kemurnian Adsorben

Sebagai zat yang digunakan untuk mengadsorpsi, maka adsorben yang lebih murni lebih diinginkan karena memiliki kemampuan adsorpsi yang lebih baik.

b. Luas permukaan dan volume pori 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

Pada saat moleku-molekul gas atau adsorbat melekat pada permukaan adsorben, akan terjadi pembebasan sejumlah energi. Peristiwa adsorpsi ini dinamakan

proses eksotermis. Pada adsorpsi fisika, berkurangnya temperatur akan menambah jumlah adsorbat yang teradsorpsi dan demikian sebaliknya.

4. Tekanan Adsorbat

Pada adsorpsi fase gas, kenaikan tekanan adsorbat dapat menaikkan jumlah yang diadsorpsi. Sebaliknya pada proses kimia kenaikan tekanan adsorbat justru akan mengurangi jumlah yang teradsorpsi.

5. pH (derajat keasaman)

Pengaruh pH menyebabkan perubahan muatan pada adsorben dan adsorbat yang lebih lanjut akan mempengaruhi interaksi elektrostatik antara adsorben dan adsorbat.

2.3 Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi adalah adsorpsi yang menggambarkan hubungan antara zat yang teradsorpsi oleh adsorben dengan tekanan atau konsentrasi pada suhu tetap (Barrow, 1988; Alberty dan Daniel, 1983). Isoterm adsorpsi yang banyak digunakan untuk menggambarkan proses adsorpsi fase cair adalah persamaan Langmuir dan persamaan Freundlich (Atkins, 1999). Pada dasarnya, persamaan Langmuir dan persamaan Freundlich adalah persamaan yang menghubungkan antara konsentrasi zat yang dijerap oleh suatu adsorben dengan konsentrasi zat adsorbat tersebut di fasa cairan atau gas disekelilingnya pada keadaan setimbang dan pada suatu suhu.

a. Isoterm freundlich

Pada model isoterm adsorpsi Freundlich situs-situs aktif pada permukaan adsorbenbersifat heterogen dan multilayer.

Persamaan adsorpsi Freundlich :

$$\text{Log } q_e = \log k_f + \frac{1}{n} \log C_e \quad (2.1)$$

Keterangan :

q_e = konsentrasi adsorbat di permukaan padatan (mmol/g)

k_f, n = konstanta Freundlich

C_e = konsentrasi adsorbat di larutan pada saat kesetimbangan (mmol/L)

Persamaan ini mengungkapkan bahwa bila suatu proses adsorpsi menurut Freundlich, maka hubungan $\log q_e$ terhadap $\log c_e$ merupakan garis lurus, dari persamaan garis tersebut dapat dievaluasi nilai - nilai k_f dan n .

b. Isoterm Langmuir

Oscik (1982) menjelaskan bahwa isoterm Langmuir adalah model adsorpsi isotermal hanya terjadi pada lapisan tunggal (*monolayer adsorption*) yang menggunakan asumsi bahwa semua situs dan permukaannya bersifat homogen. Setiap situs aktif dapat mengadsorpsi satu molekul adsorbat dan bila setiap situs aktif yang telah mengadsorpsi adsorbat maka adsorben sudah tidak dapat mengadsorpsi lagi.

Persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dapat diturunkan secara teoritis berdasarkan persamaan berikut ini:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_m} C_e + \frac{1}{k_L \cdot q_m} \quad (2.2)$$

Keterangan :

q_e = konsentrasi adsorbat di permukaan adsorben (mmol/g)

C_e = konsentrasi adsorbat di larutan pada saat kesetimbangan (mmol/L)

q_m = konsentrasi adsorbat maksimum di permukaan adsorben pada keadaan setimbang (mmol/g)

k_L = konstanta Langmuir

2.4 Kinetika Adsorpsi

Perubahan adsorpsi terhadap waktu dapat diketahui dengan mempelajari kinetika adsorpsi. Model yang cukup sederhana untuk menggambarkan kinetika adsorpsi menggunakan persamaan Lagergren yaitu *pseudo-first-order* (pseudo orde satu) dan model *second-order* (pseudo orde dua) (Ho dan McKay, 1998)

a. Model *pseudo-first-order*

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

Dimana q_e dan q_t 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*

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

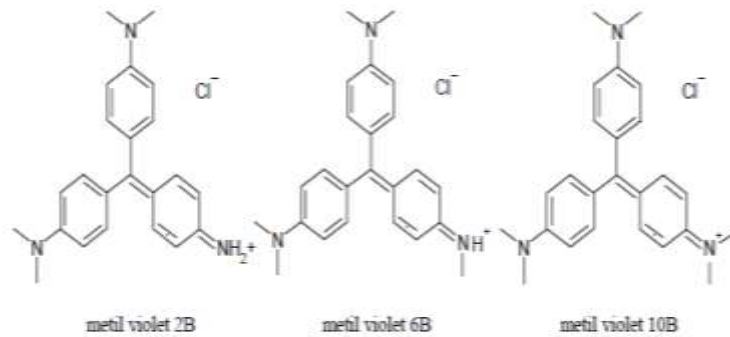
Dimana q_e dan q_t adalah jumlah zat teradsorpsi tiap unit massa adsorben (mmol g^{-1}) pada saat t dan pada kesetimbangan, k_2 adalah konstanta kecepatan adsorpsi orde dua (menit^{-1}).

2.5 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 dan Al-kdasi, 2004).

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 didegradasi membutuhkan waktu yang lama (Maria Christina P., dkk, 2007). *Methyl violet* larut

dalam air, etanol glikol, dietilena glikol dan dipropilen. *Methyl violet* termasuk dalam golongan zat warna kation dengan rumus molekul $C_{24}H_{28}N_3Cl$ dan mempunyai berat molekul 393,96 gram/mol. *Methyl violet* mempunyai diameter 110 Å dan mempunyai kromofor pada kationnya sehingga dikelompokkan pada zat warna basa (Ozacar dan Sengil, 2006). Struktur zat warna *methyl violet* tersaji pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Struktur kimia *methyl violet*

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 (2011) telah mengadsorpsi zat warna *methyl violet* menggunakan ampo termodifikasi, 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*.

2.6 Karakteristik Adsorben

a. Gugus fungsi

Analisis gugus fungsi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada suatu molekul (Supratman, 2010). Hal ini penting terutama pada adsorpsi kimia, dimana pada adsorpsi ini akan terjadi interaksi antara gugus fungsi yang terdapat pada adsorbat dengan gugus fungsi yang terdapat pada adsorben sehingga membentuk suatu ikatan kimia. Analisis gugus fungsi yang terdapat dalam *methyl violet* dilakukan menggunakan *Fourier Transform Infrared (FTIR) spectrometer*, suatu metode analisis yang didasarkan pada absorpsi energi pada suatu molekul cuplikan yang dilewatkan radiasi inframerah.

Pengabsorpsian energi pada berbagai frekuensi dapat dideteksi oleh spektrofotometer inframerah yang diteruskan melalui cuplikan sebagai fungsi frekuensi (panjang gelombang) radiasi, pada daerah 200- 4000 cm^{-1} (Skoog, 1984). Preparasi sampel yang berupa padatan dilakukan menggunakan teknik pelet KBr, yang dibuat dengan cara menekan dan menumbuk campuran cuplikan sampel dan kristal KBr dalam jumlah kecil hingga terbentuk pelet transparan. Tablet cuplikan tipis tersebut kemudian diletakkan di tempat sel spektrofotometer IR dengan lubang mengarah ke sumber radiasi (Sastrohamidjojo, 1992). Sementara untuk sampel yang berupa zat cair, sampel bebas air dioleskan pada *window* NaCl atau *window* KBr, kemudian dipasang pada sel spektrofotometer. Selanjutnya dilakukan pengukuran serapan sehingga diperoleh puncak-puncak gugus fungsi sebagai petunjuk struktur molekul sampel (Sastrohamidjojo, 1992).

b. Morfologi

Karakterisasi SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi permukaan, porositas, dan ketebalan dari adsorben. Prinsip dasar proses ini adalah dengan menembakan elektron ke permukaan spesimen yang ingin dianalisis. Penembakan elektron tersebut menghasilkan sinyal berupa transmisi elektron yang akan memberikan kondisi gambar dari daerah spesimen yang ditembakkan. Afrozi, (2010) menyebutkan bentuk transmisi elektron tersebut ada yang menyebar, sehingga mampu menampilkan gambar yang terang. Ada juga transmisi elektron yang penyebarannya tidak elastis (elektron difraksi) sehingga menghasilkan elektron yang gelap.

Untuk transmisi elektron yang penyebarannya tidak elastis masih dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan gambar dengan menggunakan alat tambahan berupa *electron spectrometer* yang digunakan untuk membuat gambaran energi dan spektra elektron. Prinsip kerja dari TEM/SEM hingga menghasilkan gambar dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Elektron ditembakkan dengan kecepatan dibawah 100kV difokuskan pada spesimen dengan menggunakan dua lensa kondensasi dan lensa objektif.
2. Hasil tembakan tersebut kemudian dipindai dengan menggunakan dua kawat scanning dan transmisi elektron, lalu kemudian direkam dengan menggunakan dua recorder yang terpisah
3. Gambar secara simultan akan terbentuk dari masing-masing posisi penembakan dari spesimen berdasarkan transmittan elektron yang direkam masing-masing recorder sesuai dengan kawat scanning pada kolom. Gambar tersebut selanjutnya ditampilkan pada dua tabung perekam.
4. Setelah gambar terbentuk, penjelasan gambar akan diberikan oleh CRT screen area terhadap area yang dipindai jika terdapat spesimen didalamnya.

c. Luas Permukaan

Salah satu sifat padatan berpori adalah luas permukaan dan porositas. Pengukuran kedua faktor ini merupakan bagian sangat penting pada setiap karakterisasi padatan, baik sebagai katalis maupun adsorben. Jika adsorben yang berupa padatan berpori mengadsorpsi adsorbat, maka fenomena ini tidak hanya terjadi di permukaan luar saja tetapi juga di dalam pori (Lowell dan Sheild, 1984). Perilaku adsorpsi gas ke dalam pori-pori dapat dimanfaatkan untuk menggambarkan porositas dari padatan berpori tersebut. Teknik karakterisasi dengan metode adsorpsi gas ini dapat memberikan informasi mengenai luas permukaan spesifik, distribusi ukuran pori dan isoterm adsorpsi (Do, 1998).

Metode yang digunakan untuk menentukan luas permukaan material padatan didasarkan pada fenomena lapis tunggal atau monolayer yang berlangsung pada suhu tetap. Brunauer, Emmet dan Teller (BET) dalam Do (1998) mengusulkan suatu persamaan adsorpsi isotermis dengan mengambil asumsi bahwa permukaan zat padat tidak akan tertutup secara sempurna selama tekanan uap jenuh belum tercapai. Persamaan BET ini dituliskan sebagai :

$$\frac{P}{V(P_0 - P)} = \left(\frac{1}{V_m \cdot C} \right) \left(\frac{P}{P_0} \right) \quad (3)$$

(dengan V adalah volume gas yang teradsorpsi pada kesetimbangan (cm^3), V_m adalah volume gas yang teradsorpsi satu layer pada permukaan adsorben (cm^3), C adalah konstanta BET, P_0 adalah tekanan uap jenuh adsorpsi (mmHg) dan P adalah tekanan gas pada kesetimbangan (mmHg). Lowell dan Sheild (1984), menuliskan Persamaan (II-10) sebagai :

$$\frac{P}{W(P_0 - P)} = \frac{1}{W_m \cdot C} + \left(\frac{C - 1}{W_m \cdot C} \right) \left(\frac{P}{P_0} \right)$$

dengan W adalah berat gas yang diadsorpsi pada tekanan relatif $\frac{P}{P_0}$ (g) dan W_m adalah berat gas yang diadsorpsi pada lapis tunggal (g). Sebagai adsorbat untuk analisis ini digunakan gas N_2 murni dan adsorpsi berlangsung

pada 77 K, dimana pada adsorpsi isothermal ini tekanan relatif $\frac{P}{P_0}$ yang berlaku menurut BET dibatasi pada rentang 0,05-0,3. Jika adsorpsi gas N_2 murni oleh padatan adsorben mengikuti teori BET, maka kurva hubungan $\frac{P}{W(P_0-P)}$ versus $\frac{P}{P_0}$ akan menghasilkan garis lurus dengan :

$$\text{slope } (Sl) = \left(\frac{C-1}{W_m \cdot C} \right) \quad (5)$$

$$\text{intersep } (I) = \frac{1}{W_m \cdot C} \quad (6)$$

Gabungan persamaan (5) dan (6) menghasilkan :

$$W_m = \frac{1}{Sl+I} \quad (7)$$

dan

$$(8) \quad C = \frac{Sl}{I+1}$$

Luas permukaan spesifik (S) dinyatakan sebagai :

$$S = \frac{S_t}{W_s}$$

dengan

$$S_t = W_m \cdot N \cdot \sigma$$

S_t adalah luas permukaan total adsorben (m^2), N adalah bilangan avogadro ($6,023 \times 10^{23}$ molekul/mol), σ merupakan luas penampang lintang adsorbat, dalam hal ini N_2 , yaitu $16,2 \text{ \AA}^2/\text{molekul}$, M adalah berat molekul adsorbat (g/mol) dan W_s adalah berat sampel (g).

d. Distribusi Pori

Secara umum adsorben mempunyai 3 macam pori yang dibentuk selama proses karbonisasi dan aktivasi. Dasar pembagian berdasarkan perbedaan ukuran porinya, yaitu mikropori dengan diameter pori kurang dari 2 nm, mesopori dengan diameter pori antara 2 nm sampai 50 nm dan makropori dengan diameter pori lebih dari 50 nm (Tamai, 1997). Untuk mendapatkan adsorben berpori perlu dilakukan aktifasi adsorben itu sendiri baik secara

fisika maupun kimia. Pada adsorben jenis mikropori, diameter antar pori sangat kecil sehingga terjadi tarik menarik antara dinding pembentuk pori yang saling berlawanan. Tarik-menarik tersebut menimbulkan energi potensial sehingga menghasilkan hasil penjerapan yang kuat.

Adsorben mesopori merupakan material hasil rekayasa dengan luas permukaan besar, dimana umumnya karbon berpori yang selama ini dihasilkan adalah karbon mikropori yang hanya dapat diaplikasikan pada molekul-molekul berukuran kecil. Adsorben mesopori ini memiliki keseragaman pori yang tinggi di daerah mesopori sehingga dapat digunakan dalam proses katalitik dan adsorpsi molekul-molekul berukuran besar (Jankowska dkk., 1991). Sedangkan pada makropori, terjadi difusi molekul ke dalam partikel pori. Tabel 2.1 berikut ini adalah klasifikasi adsorben berdasarkan ukuran pori adsorben.

Tabel 2.1. Penggolongan Adsorben Berdasarkan Ukuran Pori

Tipe	Diameter Pori (ω)	Karakteristik
Mikropori	$\omega < 2 \text{ nm}$	<i>Superimposed wall potentials</i>
Mesopori	$2 \text{ nm} < \omega < 50 \text{ nm}$	Kondensasi kapiler
Makropori	$\omega > 50 \text{ nm}$	Efektif pada dinding tipis

BAB III

PROSEDUR KERJA

2.1 Alat

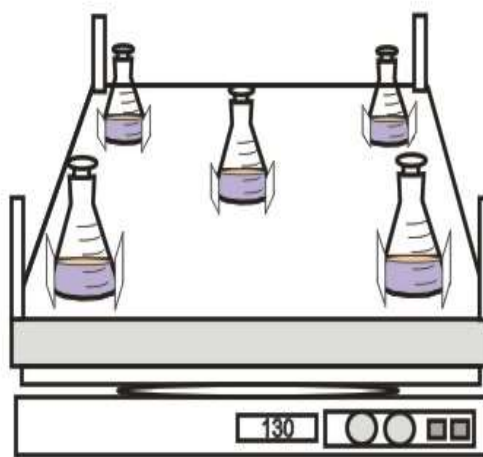
- a. Erlenmeyer 100 ml
- b. Corong kaca
- c. Spatula
- d. *Oven*
- e. *Blender*
- f. Ayakan 150 mikron
- g. Gelas arloji
- h. Corong buchner
- i. Shaker
- j. Pengaduk kaca
- k. Timbangan digital
- l. Gelas ukur 10 mL
- m. Beaker glass 1000 mL
- n. Beaker glass 100 mL
- o. *Magnetic Stirrer*
- p. Labu takar 50 mL
- q. Labu takar 250 mL
- r. Pipet tetes
- s. Hot plate
- t. Spektrofotometer UV-Vis Thermo Scientific

2.2 Bahan

- a. Serbuk kayu randu
- b. *Methyl violet*

- c. NaOH
- d. Aquades
- e. Indikator pH
- f. Kertas saring

2.3 Rangkaian Alat



Gambar 3.1 Rangkaian Alat Shaker

2.4 Cara kerja

- a. Pembuatan adsorben dari kayu randu
kayu randu dibersihkan, dicuci dan dipotong-potong kemudian dihaluskan dan diayak dengan saringan 150 mikron mesh
- b. Reaksi kayu randu dengan larutan NaOH 0,1 N dan 0,3 N
Serbuk kayu randu dengan berat 30 gram ditambah dengan 500 ml larutan NaOH (0,1 N dan 0,3 N), kemudian diaduk dengan menggunakan stirer dalam waktu 1 jam, lalu disaring. Hasil yang diperoleh selanjutnya dicuci dengan aquades hingga pHnya netral. Selanjutnya dikeringkan di dalam

oven pada suhu 120°C. Sebagian dari serbuk kayu randu termodifikasi NaOH 0,3 N diambil untuk diukur karakterisasinya dengan instrumen FTIR, SEM dan BET, sedangkan sebagian yang lain digunakan untuk aplikasi adsorpsi.

- c. Pembuatan larutan induk zat warna *methyl violet* 1000 ppm
Pewarna *methyl violet* ditimbang sebanyak 0,5 gram kemudian dilarutkan dengan aquades sampai 500 ml sebagai larutan induk.
- d. Pembuatan kurva standar larutan zat warna *methyl violet*
Larutan standart *methyl violet* dengan variasi konsentrasi 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 ppm, masing-masing diukur adsorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum zat warna *methyl violet*.
- e. Pengaruh konsentrasi NaOH
Adsorben kayu randu sesudah direaksikan NaOH 0,1 N dan 0,3 N sebanyak 0,5 gram dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml dengan penambahan larutan zat warna *methyl violet* sebanyak 50 ml dengan konsentrasi larutan 2 ppm dengan pH 5. Larutan kemudian dimasukkan ke shaker dan diaduk dengan kecepatan 115 rpm selama 3 jam.
- f. Mengetahui pengaruh pH optimum
Adsorben kayu randu termodifikasi NaOH 0,3 N sebanyak 0,5 gram dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml dengan penambahan larutan zat warna *methyl violet* sebanyak 50 ml dengan konsentrasi 60 ppm, kemudian diatur pHnya dengan penambahan NaOH 0,3 N hingga diperoleh pH 3, 5, dan 7. Larutan kemudian dimasukkan ke shaker dan diaduk dengan kecepatan 115 rpm selama 3 jam. Setelah itu larutan disaring dan kadar adsorpsi zat warna dianalisa dengan spektrofotometer UV-Vis.

g. Mengetahui pengaruh waktu kontak adsorpsi

Adsorben kayu randu termodifikasi NaOH 0,3 N sebanyak 0,5 gram dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml. Selanjutnya ditambahkan larutan zat warna *methyl violet* dengan konsentrasi 60 ppm sebanyak 50 ml, dan pH diatur pada pH optimum. Kemudian larutan diaduk menggunakan shaker dengan kecepatan 115 rpm dengan variasi waktu pengadukan 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 30, 60, dan 120 menit. Larutan disaring kemudian dianalisa dengan spektrofotometer UV-Vis

h. Mengetahui pengaruh konsentrasi awal

Adsorben kayu randu termodifikasi NaOH 0,3 N sebanyak 0,5 gram dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 100 ml. Selanjutnya ditambah larutan zat warna *methyl violet* sebanyak 50 ml dengan variasi konsentrasi 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 ppm dan diatur pada pH optimum hasil orientasi sebelumnya. Kemudian larutan diaduk dengan kecepatan 115 rpm dengan waktu kontak optimum hasil orientasi sebelumnya. Larutan kemudian disaring dan dianalisa dengan spektrofotometer UV-Vis.

i. Desorpsi

Endapan adsorben kayu randu hasil adsorpsi untuk menentukan pengaruh konsentrasi NaOH, di keringkan dalam oven dengan suhu 120°C kemudian dimasukkan dalam erlenmeyer 100 ml dengan penambahan aquades sebanyak 50 ml. Larutan dimasukkan ke shaker dan diaduk dengan kecepatan 115 rpm selama 3 jam.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

- a. Karakterisasi adsorben hasil analisis FTIR adsorben kayu randu sebelum dan sesudah direaksikan dengan NaOH 0,3 N memiliki ketersediaan gugus-gugus aktif yang dapat mengadsorpsi zat warna *methyl violet* yaitu gugus -OH, gugus C-H dan gugus C-O.
- b. Analisis SEM pada kayu randu setelah direaksikan dengan NaOH 0,3 N terlihat tekstur pada permukaan kayu randu yang kasar, banyak lekukan-lekukan yang dalam dan jumlah pori yang relatif banyak dibandingkan dengan kayu randu hasil reaksi dengan NaOH 0,1. Sementara pada adsorben kayu randu sebelum direaksikan dengan NaOH memiliki tekstur yang relatif halus dengan tidak adanya pori.
- c. Adsorben kayu randu setelah direaksikan NaOH 0,3 N mampu menyerap zat warna *methyl violet* dengan persentase 77 % dibandingkan dengan kayu randu sebelum direaksikan NaOH dengan persentase 26%. Kondisi optimum adsorpsi penelitian ini pada waktu kontak 60 menit dan pH 5.
- d. Isoterm yang sesuai dengan adsorpsi zat warna *methyl violet* oleh adsorben kayu randu adalah isoterm Langmuir.
- e. Kinetika adsorpsi yang sesuai dengan adsorpsi zat warna *methyl violet* oleh adsorben kayu randu adalah model pseudo orde dua.

5.2 Saran

- a. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh suhu terhadap kemampuan adsorpsi zat warna *methyl violet* untuk mengetahui energi yang terjadi pada proses adsorpsi.
- b. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai modifikasi adsorben yang dapat mengadsorpsi zat warna anion.
- c. Perlu dilakukan penelitian mengenai isoterm adsorpsi dengan model yang lain

DAFTAR PUSTAKA

- Adamson, A. W., 1990, *Physical Chemistry Of Surface*, 5th Edition, John Willey And Sons, Toronto.
- Alberty, R. A. 1997. *Physical Chemistry*. John Willey and Sons Inc. New York.
- Al-Kdasi, A., Idris, A., Saed, K. dan Guan, C.T.2004. *Treatment of textile wastewater by advanced oxidation processes. Global Nest the Int. J.* 6: 222-230.
- Atkins, P. W.1999. *Kimia Fisika Edisi keempat Jilid 2*. Oxford : University Lecture and Fellow of Lincoln College.
- Azizian, S. 2004. *J. Colloid Interface Sci.*, 276, 1,47-52.
- Barrow, G.M. 1998. *Physical Chemistry*. Mc Graw Hill International, Singapore.
- Cristina, Maria., dkk. 2007. *Studi pendahuluan mengenai degradasi zat warna azo (metil orange) dalam pelarut air menggunakan mesin berkas elektron 350 kev/10 ma*. Batan, Yogyakarta.
- 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.
- Do, Duong D. 1998. *Adsorption Analysis: Equilibria And Kinetics*, vol. 2, pp. 13 17, Imperial College Press, London
- Fengel D, Wegener G. 1995. *Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi* Sastrohamidjojo H, penerjemah. Yogyakarta: Ugm Press. Terjemah dari: *Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reaction*.
- G. Svehla. 1990. *Vogel: Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. PT Kalman Media Pustaka Jakarta.
- Gierer, J. 1980. Chemical aspects of kraft pulping. *Wood Sci. Technol.* 14, 241-266.
- Hastuti, S., Syarif H.M, dan Setyoningsih. 2012. *Penggunaan Serat Daun Nanas Sebagai Adsorben Zat Warna Procion Red Mx 8b*. *Jurnal EKOSAINS* IV.1:41-47.

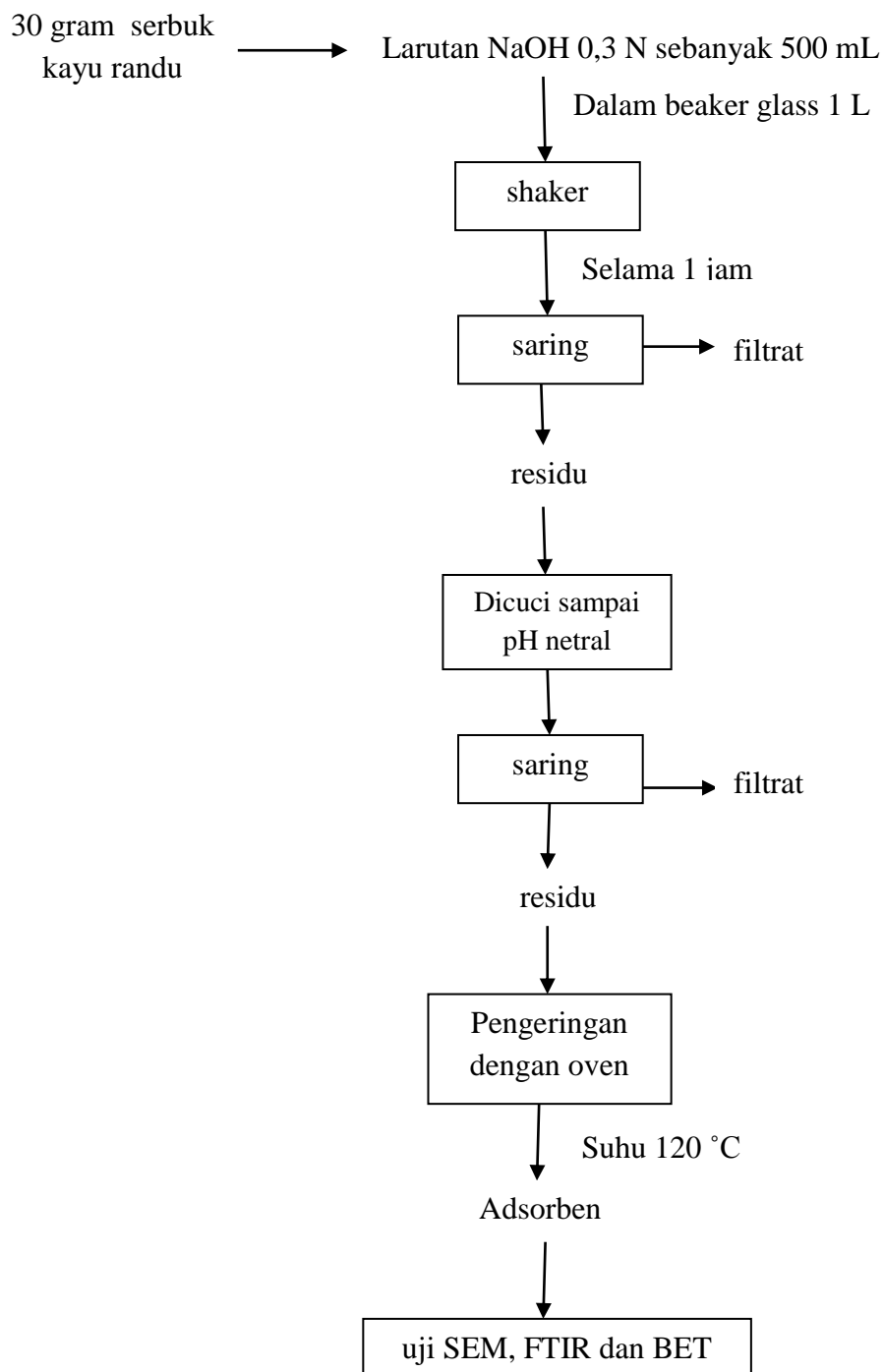
- Hendra, Ryan. 2008. *Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Dasar Batubara Indonesia dengan Metode Aktivasi Fisika dan Karakteristiknya*. Skripsi. Universitas Indonesia, Jakarta.
- K.D. Belaid., et al. 2013. Adsorption Kinetics of some Textile Dyes Onto Granular Activated Carbon. *Journal of Environmental Chemical Engineering*.2013.296-503.
- Kambardianto., dkk. 2013. Kinetika adsorpsi kristal violet dengan adsorben biosolid dari limbah industri kertas. Universitas Muhammadiyah Riau.
- Kurniawan, H. dan Suprihanto N. 2011. *Penggunaan Jerami Padi Untuk Menyisihkan Limbah Warna Industri Tekstil Color Index Reactive Orange 84*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Lowell, S and Sheilds, J.E. 1984. Powder Surface Area and Porosity, 2nd ed, London, New York
- Mc Kay G, Ho YS.1999.The sorption of lead (II) ions on peat. *Water Res* 33:578–584
- Mujnisa, A. 2007. *Kecernaan Bahan Kering In Vitro, Porposi 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-90245.
- Ochse, J. J., M. J. Soule Jr., M. J. Dijkman and C. Wehlberg. 1961.*Tropical andSubtropical Agriculture*, Vol II, Macmillan Company, New York.
- Onggo, H., Astuti, J.T. 2005. *Pengaruh Sodium Hidroksida dan Hidrogen Peroksida terhadap Rendemen dan Warna Pulp dari Serat Daun Nenas*.Jurnal Ilmu dan Teknologi KayuTropis, Vol. 3, No. 1, hal 37-43.
- Oscik, J. 1982. *Adsorpstion*. Ellis Harwood Limited Publisher. Chcester, John Willey and Sons, New York.
- Osvaldo, Z., dkk. 2013. *Pengaruh Konsentrasi Asam dan Waktu pada Proses Hidrolisis dan Fermentasi Pembuatan Bioetanol dari Alang-Alang*. Jurusan Teknik kimia, Fakultas teknik, Universitas Sriwijaya.

- Owamah, H.I. (2013) Biosorptive Removal of Pb(II) and Cu(II) from Wastewater Using Activated Carbon from Cassava peels. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 1-12.
- Ozacar, M. and Sengil, I.A. 2006. A Two Stage Batch Adsorber Design for Methylene Blue Removal to Minimize Contact Time. *Environmental Management*. 80 : 372-379.
- Primastuti, Husniya (2012) *Adsorpsi Pewarna Methyl Violet Menggunakan Pasir Vulkanik Dari Gunung Merapi*. Tesis, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Raghuvanshi SP, Singh R, Kaushik CP. 2004. Kinetics study of methylene blue bioadsorption on bagasse. *Appl Ecol Environ Res*. 2:35-43.
- Retnowati. 2005. *Efektivitas Ampas Teh sebagai Adsorben Alternatif Limbah Cair Industri Tekstil*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Rouquerol, F., Rouquerol, J., Sing, K. 1999. *Adsorption by Powders and Porous Solids*. Academic Press. San Diego, CA, USA.
- Rumidatul, Alfi. 2006. *Efektifitas Arang Aktif sebagai Adsorbent Air Limbah*. Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Salazar, R. Dan Dorthe J. 2001. *Informasi Singkat Benih Ceiba pentandra L. Gaertn*. Direktorat Perbentukan Tanaman Hutan Bandung.
- Sastrohamidjojo, H. 1992. *Spektroskopi Inframerah*. Liberty. Yogyakarta, Indonesia.
- Setiadi. 1983. *Bertanam Kapuk Randu*. Penebar Swadaya. Anggota IKAP.
- Sjöström E. 1981. *Wood Chemistry, fundamentals and applications*: London: Academic Press.
- Skoog, D.A. 1984. *Principles of Instrumental Analysis*. Saunders College Publishing. Florida, USA.
- Suyati. (2008) Pembuatan selulosa asetat dari limbah serbuk gergaji kayu dan identifikasinya, *Tesis*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Wahab., et al. 2005. *Use Of Rice Husk For Adsorption Of Direct Dyes From Aqueous Solution: A Case Study Of Direct F. Scarlet*, Egyptian Journal Of Aquatic Research, 31, 2005.

- Wang., et al. 2013. Lignin anion exchangers. *Bioresources* 8(3), 3505-3517
- Wiyono, Heri. 2009. Studi adsorpsi zat warna metil violet oleh abu dasar batu bara. Tesis. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Yuliani., dkk. 2011. Preparasi dan aplikasi kalembang terpillar pada penjerapan methyl violet. Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Zou, Weihua., et al. 2013. Characterization of modified sawdust, kinetic and equilibrium study about methylene blue adsorption in batch mode. *Korean J. Chem. Eng.*, 30(1), 111-122. School of Chemical Engineering and Energy, Zhengzhou University.

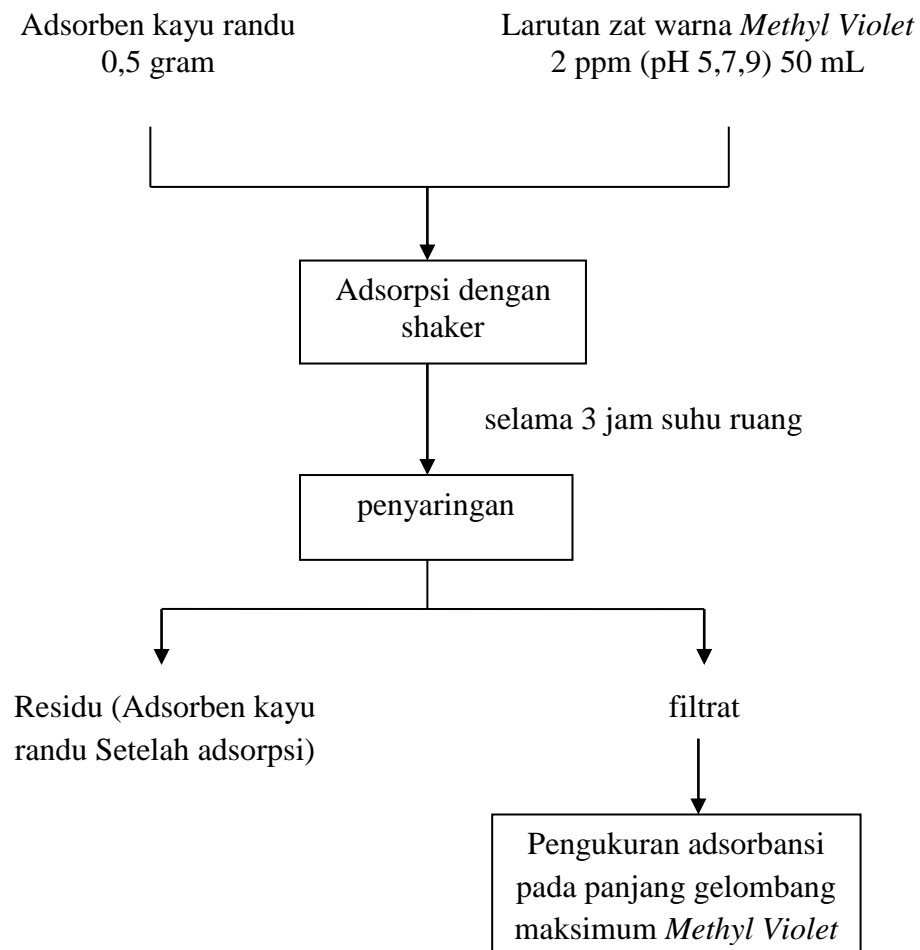
LAMPIRAN**Lampiran 1**

Diagram alir pembuatan adsorben dari kayu randu dengan konsentrasi
NaOH 0,3 N



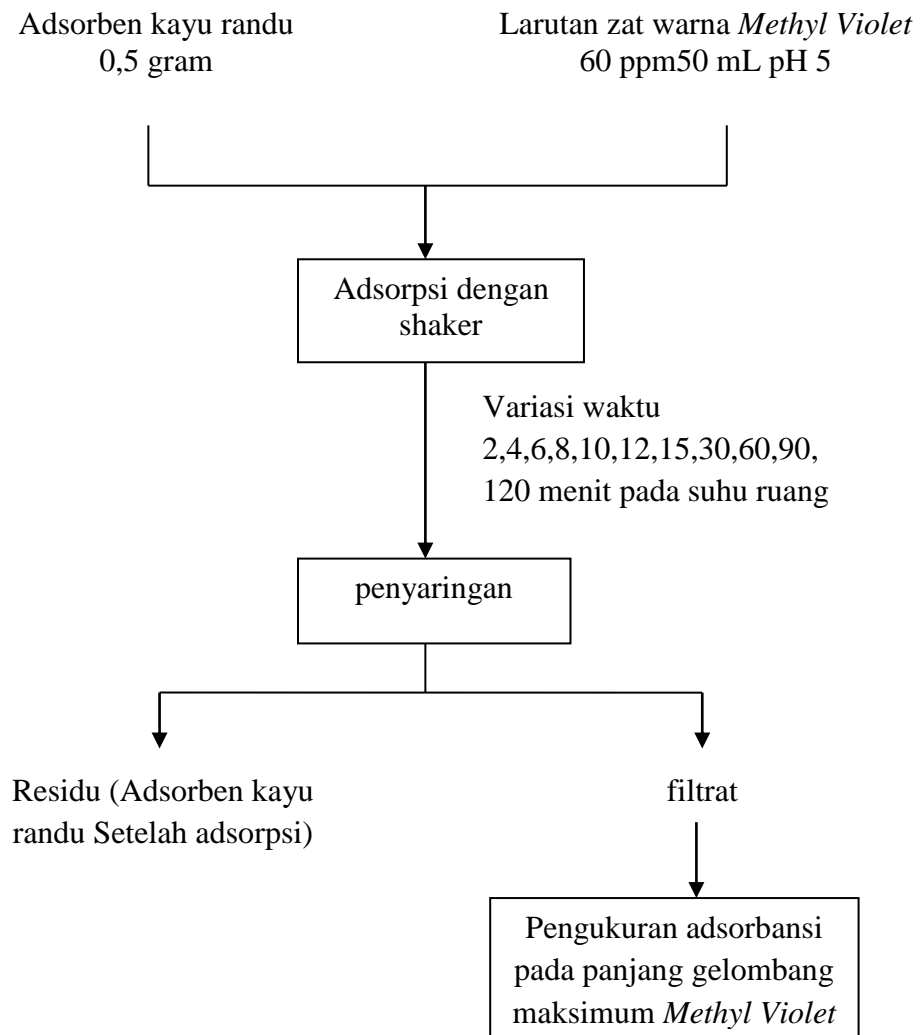
Lampiran 2

Diagram Alir Adsorpsi Zat Warna *Methyl Violet* untuk mengetahui pengaruh pH larutan



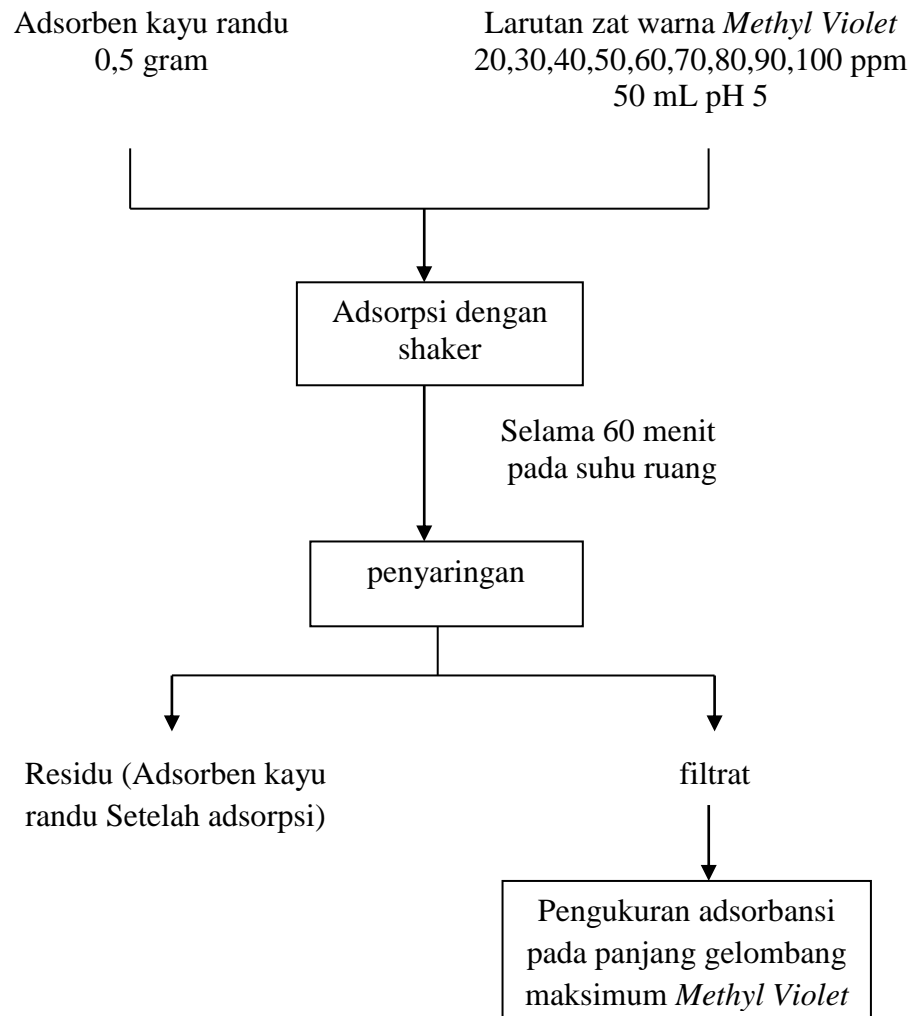
Lampiran 3

Diagram alir adsorpsi zat warna *methyl violet* untuk mengetahui pengaruh waktu kontak



Lampiran 4

Diagram alir adsorpsi zat warna *methyl violet* untuk mengetahui pengaruh konsentrasi awal



Lampiran 5

Hasil analisa FTIR serbuk kayu randu sebelum direaksikan dengan NaOH

PerkinElmer Spectrum Version 10.4.00
Monday, February 09, 2015 3:03 PM

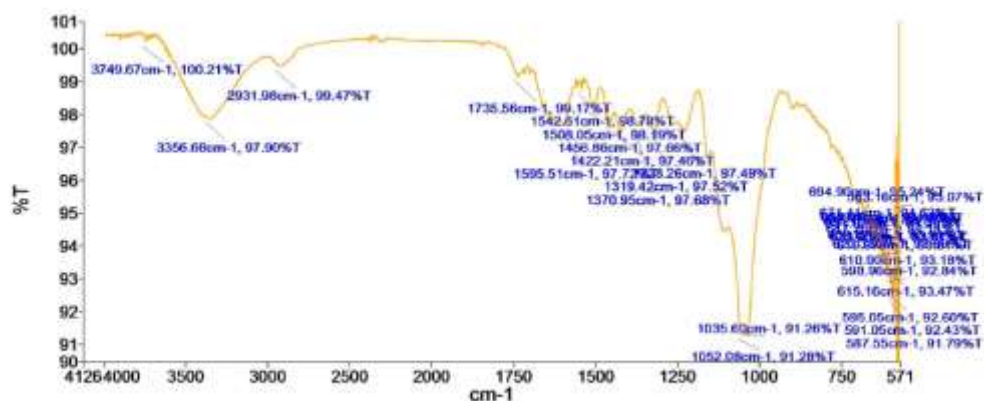
Sample Details

Sample Name: Widi Astuti 2
Sample Description: Kayu randu tanpa modifikasi NaOH
Analyst: Nurli Huda, S Si
Creation Date: 2/9/2015 2:47:39 PM
X-Axis Units: cm-1
Y-Axis Units: %T

Instrument Details

Instrument Model: Frontier FT-IR
Instrument Serial Number: 96772
Software Revision: CPU32 Main 00.09.9951 07-September-2011 11:49:41
Number of Scans: 3
Resolution: 4

Spectrum



Name	Description
Widi Astuti 2	Kayu randu tanpa modifikasi NaOH

Peak Area/Height Results

Peak	X (cm-1)	Y (%T)	Area (%T)	Start	End	Base1	Base2
1	3749.67	100.21	-8.47	3802.5	3702.07	3802.5	3702.07
2	3356.68	97.9	-748.49	3702.07	3018.23	3702.07	3018.23
3	2931.98	99.47	-23.74	3018.23	2353.41	3018.23	2353.41
4	1735.56	99.17	140.89	2353.41	1707.27	2353.41	1707.27
5	1595.51	97.72	-133.13	1707.27	1559.76	1707.27	1559.76
6	1542.61	98.78	-3.37	1559.76	1538.95	1559.76	1538.95
7	1508.05	98.19	-17.14	1538.95	1485.9	1538.95	1485.9

PerkinElmer Spectrum Version 10.4.00
Monday, February 09, 2015 3:03 PM

Peak	X (cm-1)	Y (%T)	Area (%T)	Start	End	Base1	Base2
8	1456.86	97.66	-13.65	1485.9	1441.74	1485.9	1441.74
9	1422.21	97.46	-13.9	1441.74	1394.09	1441.74	1394.09
10	1370.95	97.68	-8.65	1394.09	1348.87	1394.09	1348.87
11	1319.42	97.52	-18.61	1348.87	1293.96	1348.87	1293.96
12	1228.26	97.49	-68.47	1293.96	1189.26	1293.96	1189.26
13	1052.08	91.28	0.17	1189.26	1043.33	1189.26	1043.33
14	1035.6	91.26	56.7	1043.33	937.18	1043.33	937.18
15	694.9	95.24	79.97	937.18	689.09	937.18	689.09
16	671.41	94.62	-7.48	689.09	668.89	689.09	668.89
17	663.19	94.47	-2.17	668.89	661.09	668.89	661.09
18	659.07	94.49	-0.69	661.09	657.19	661.09	657.19
19	655.18	94.37	-0.96	657.19	653.15	657.19	653.15
20	651.07	94.29	-0.97	653.15	649.25	653.15	649.25
21	647.26	94.14	-1.44	649.25	645.04	649.25	645.04
22	643.15	94.46	-0.84	645.04	641.44	645.04	641.44
23	639.07	93.94	-1.62	641.44	637.11	641.44	637.11
24	635.03	93.91	-1.02	637.11	633.18	637.11	633.18
25	631.23	93.87	-0.98	633.18	629.13	633.18	629.13
26	623.38	93.66	-2.27	629.13	621.27	629.13	621.27
27	619.07	93.61	-0.64	621.27	617.33	621.27	617.33
28	615.16	93.47	-0.66	617.33	613.3	617.33	613.3
29	610.9	93.18	-2.8	613.3	605.15	613.3	605.15
30	598.96	92.84	-1.18	605.15	597.15	605.15	597.15
31	595.05	92.6	-1.12	597.15	593.09	597.15	593.09
32	591.05	92.43	-1.03	593.09	589.48	593.09	589.48
33	587.55	91.79	-6.55	589.48	584.87	589.48	584.87
34	583.1	95.07	-3.22	584.87	581.35	584.87	581.35
35	579.06	89.34	-15.34	581.35	577.21	581.35	577.21

Page 2 / 3

Peak	X (cm-1)	Y (%T)	Area (%T)	Start	End	Base1	Base2
36	575.01	73.96	-47.21	577.21	572.95	577.21	572.95

Lampiran 6

Hasil analisa FTIR serbuk kayu randu sesudah direaksikan dengan NaOH 0,3 N

PerkinElmer Spectrum Version 10.4.00
Monday, February 09, 2015 3:02 PM

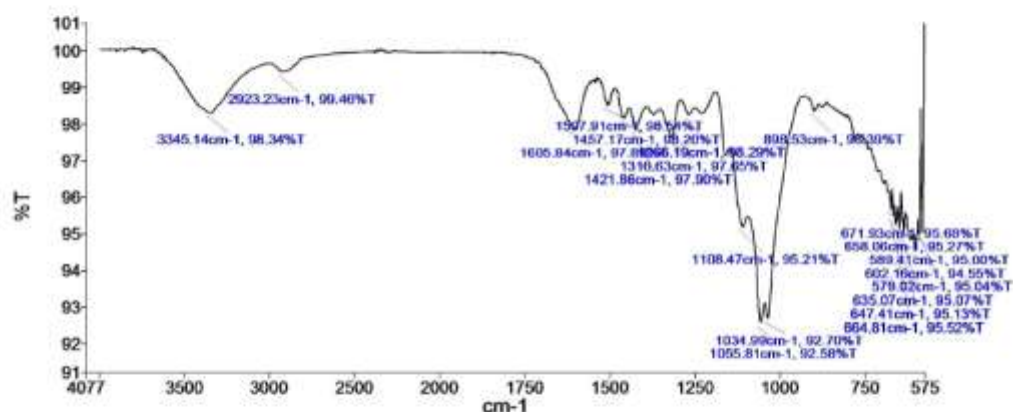
Sample Details

Sample Name: Widi Astuti 1
Sample Description: adsorben kayu randu modifikasi NaOH 0,3 N
Analyst: Nuril Huda, S.Si
Creation Date: 2/9/2015 2:41:48 PM
X-Axis Units: cm-1
Y-Axis Units: %T

Instrument Details

Instrument Model: Frontier FT-IR
Instrument Serial Number: 96772
Software Revision: CPU32 Main 00.09.9951 07-September-2011 11:49:41
Number of Scans: 3
Resolution: 4

Spectrum



Name	Description
Widi Astuti 1	adsorben kayu randu modifikasi NaOH 0,3 N

Peak Area/Height Results

Peak	X (cm-1)	Y (%T)	Area (%T)	Start	End	Base1	Base2
1	3345.14	98.34	-415.62	4000	3018.76	4000	3018.76
2	2923.23	99.46	-27.62	3018.76	2352.94	3018.76	2352.94
3	1605.84	97.89	30.22	2352.94	1538.83	2352.94	1538.83
4	1507.91	98.54	-12.42	1538.83	1485.71	1538.83	1485.71
5	1457.17	98.2	-8.86	1485.71	1444.81	1485.71	1444.81
6	1421.86	97.9	-12.72	1444.81	1393.61	1444.81	1393.61
7	1316.63	97.65	-36.2	1393.61	1292.24	1393.61	1292.24

PerkinElmer Spectrum Version 10.4.00
Monday, February 09, 2015 3:02 PM

Peak	X (cm-1)	Y (%T)	Area (%T)	Start	End	Base1	Base2
8	1266.19	98.29	-31.32	1292.24	1189.08	1292.24	1189.08
9	1108.47	95.21	-27.98	1189.08	1095.31	1189.08	1095.31
10	1055.81	92.58	-11.43	1095.31	1044.05	1095.31	1044.05
11	1034.99	92.7	64.56	1044.05	924.02	1044.05	924.02
12	898.53	98.39	-8.53	924.02	861.53	924.02	861.53
13	671.93	95.68	24.29	861.53	668.5	861.53	668.5
14	664.81	95.52	-1.68	668.5	661.88	668.5	661.88
15	658.06	95.27	-2.64	661.88	651.46	661.88	651.46
16	647.41	95.13	-3.46	651.46	642.2	651.46	642.2
17	635.07	95.07	-5.3	642.2	628.62	642.2	628.62
18	602.16	94.55	-17.86	628.62	592.24	628.62	592.24
19	589.41	95	-6.57	592.24	584.97	592.24	584.97
20	579.02	95.04	-32.16	584.97	574.91	584.97	574.91
21	573.17	100.28	-11.82	574.91	571.06	574.91	571.06
22	568.26	83.59	-54.68	571.06	566.86	571.06	566.86
23	566.09	102.41	-9.21	566.86	565.07	566.86	565.07

Lampiran 7

Hasil Analisa Luas Permukaan serbuk kayu randu sebelum direaksikan dengan NaOH

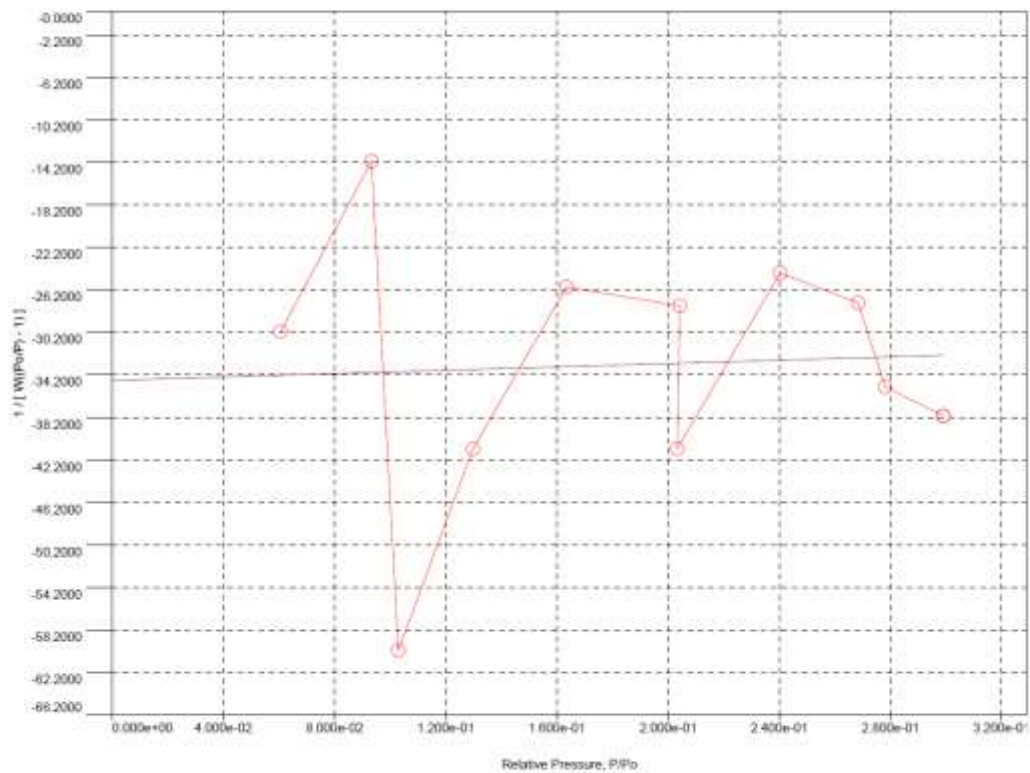
Quantachrome® ASiQwin™ - Automated Gas Sorption Data
Acquisition and Reduction
© 1994-2013, Quantachrome Instruments
version 3.01



Analysis		Date: 2015/05/07	Report	Operator: UNDIP	Date: 2015/05/07
Operator:	UNDIP	Filename:	iq_phisy_sl1_2015_05_07_08_35kayu randu .qps		
Sample ID:	00097	Comment:	ujicoba		
Sample Desc:		Instrument:	Autosorb iQ Station 1	Extended info:	Available
Sample Weight:	0.1017 g	Final Outgas Temp.:	300 °C	CellType:	9mm
Approx. Outgas Time:	25.0 hrs	Non-ideality:	6.58e-05 1/Torr	VoidVol Remeasure:	off
Analysis gas:	Nitrogen	Bath temp.:	77.35 K	Warm Zone V:	11.1343 cc
Analysis Time:	0:48 hr:min				
Analysis Mode:	Standard				
VoidVol. Mode:	He Measure	Cold Zone V:	1.54751 cc		

Multi-Point BET Plot

Data Reduction Parameters		
Adsorbate	Thermal Transpiration: on	Eff. mol. diameter (D): 3.54 Å
Nitrogen	Molec. Wt.: 28.013	Temperature: 77.350K
		Cross Section: 16.200 Å ²
		Eff. cell stem diam. (d): 4.0000 mm
		Liquid Density: 0.808 g/cc



BET summary	
Slope =	7.858
Intercept =	-3.471e+01
Correlation coefficient, r =	0.053333
C constant =	0.774
Surface Area =	0.000 m ² /g

Quantachrome® ASiQwin™ - Automated Gas Sorption Data
Acquisition and Reduction
© 1994-2013, Quantachrome Instruments
version 3.01



Analysis		Date: 2015/05/07	Report		Date: 2015/05/07
Operator:	UNDIP	Filename:	Operator:	UNDIP	
Sample ID:	00097	Comment:	iq_phisy_srl_2015_05_07_08_35_35kayu_randu.qps		
Sample Desc:		Instrument:	Autosorb iQ Station 1		
Sample Weight:	0.1017 g	Final Outgas Temp.:	300 °C	Extended info:	Available
Approx. Outgas Time:	25.0 hrs	Non-ideality:	6.58e-05 1/Torr	CellType:	9mm
Analysis gas:	Nitrogen	Bath temp.:	77.35 K	VoidVol Remeasure:	off
Analysis Time:	0.48 hr:min	Cold Zone V:	1.54751 cc	Warm Zone V:	11.1343 cc
Analysis Mode:	Standard				
VoidVol. Mode:	Ho Measure				

Multi-Point BET

Data Reduction Parameters Data

Adsorbate	Thermal Transpiration: on	Eff. mol. diameter (D): 3.54 Å	Eff. cell stem diam. (d): 4.0000 mm
	Nitrogen	Temperature: 77.350K	Liquid Density: 0.808 g/cc
	Molec. Wt.: 28.013	Cross Section: 16.200 Å ²	

Multi-Point BET Data

Relative Pressure [P/Po]	Volume @ STP [cc/g]	1 / [W((Po/P) - 1)]	Relative Pressure [P/Po]	Volume @ STP [cc/g]	1 / [W((Po/P) - 1)]
6.06220e-02	-1.7131	-3.0142e+01	2.03249e-01	-4.9609	-4.1143e+01
9.33313e-02	-5.8454	-1.4090e+01	2.40320e-01	-10.2791	-2.4624e+01
1.03031e-01	-1.5287	-6.0120e+01	2.66307e-01	-10.7001	-2.7432e+01
1.29830e-01	-2.9003	-4.1161e+01	2.78133e-01	-8.7282	-3.5320e+01
1.63471e-01	-6.0302	-2.5928e+01	2.99055e-01	-8.9704	-3.8055e+01
2.04256e-01	-7.4107	-2.7714e+01			

BET summary

Slope = 7.858
 Intercept = -3.471e+01
 Correlation coefficient, r = 0.853333
 C constant = 0.774
 Surface Area = 0.000 m²/g

Lampiran 8

Hasil analisis luas permukaan kayu randu sesudah direaksikan dengan NaOH 0,3 N



Quantachrome® ASiQwin™ - Automated Gas Sorption Data
Acquisition and Reduction
© 1994-2013, Quantachrome Instruments
version 3.01



Analysis		Date: 2015/05/06	Report		Date: 2015/05/06
Operator:	UNDIP	Filename:	Operator:	UNDIP	
Sample ID:	00096	Comment:	kq_phisy_st1_2015_05_06_08_10_54 randu NaOH.qps		
Sample Desc:		Instrument:	Aulosorb IQ Station 1		
Sample Weight:	0.1079 g	Final Outgas Temp.:	300 °C	Extended info:	Available
Approx. Outgas Time:	25.0 hrs	Non-ideality:	6.58e-05 1/Torr	CellType:	9mm
Analysis gas:	Nitrogen	Bath temp.:	77.35 K	VoidVol Remeasure:	off
Analysis Time:	0.29 hr:min	Cold Zone V:	1.47251 cc	Warm Zone V:	11.2493 cc
Analysis Mode:	Standard				
VoidVol. Mode:	He Measure				

Multi-Point BET

Data Reduction Parameters Data

Adsorbate	Thermal Transpiration: on	Eff. mol. diameter (D): 3.54 Å	Eff. cell stem diam. (d): 4.0000 mm
	Nitrogen	Temperature: 77.350K	Liquid Density: 0.808 g/cc
	Molec. Wt.: 28.013	Cross Section: 16.200 Å²	

Multi-Point BET Data

Relative Pressure [P/Po]	Volume @ STP [cc/g]	1 / [W(Po/P) - 1]	Relative Pressure [P/Po]	Volume @ STP [cc/g]	1 / [W(Po/P) - 1]
5.34762e-02	0.0719	8.2913e+02	2.13344e-01	0.2354	9.2176e+02
7.83844e-02	0.0625	7.3530e+02	2.36017e-01	0.2601	8.5358e+02
1.01156e-01	0.1184	7.6023e+02	2.60517e-01	0.2793	1.0091e+03
1.31256e-01	0.1564	7.7287e+02	2.71926e-01	0.2885	1.0357e+03
1.45093e-01	0.1731	7.8440e+02	2.82190e-01	0.3245	9.6936e+02
1.69612e-01	0.2026	8.0669e+02			

BET summary

Slope = 1573.821
Intercept = 5.745e+02
Correlation coefficient, r = 0.973747
C constant = 3.740
Surface Area = 1.621 m²/g

Lampiran 9

Data perhitungan pengenceran larutan zat warna *methyl violet* untuk pembuatan kurva standar

- a. pembuatan larutan induk 1000 ppm

$$\text{Konsentrasi(ppm)} = \frac{\text{berat zat warna (mg)}}{\text{pelarut (L)}}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat zat warna(mg)} &= \text{konsentrasi(ppm)} \times \text{pelarut (L)} \\ &= 1000\text{mg/L} \times 0,5 \text{ L} \\ &= 500 \text{ mg} = 0,5 \text{ gram} \end{aligned}$$

- b. Perhitungan pengenceran larutan *methyl violet* untuk pembuatan kurva standar

1. Membuat larutan 20 ppm dari larutan induk 1000 ppm ke dalam 250 ml aquades.

Konsentrasi 20 ppm

$$\begin{aligned} \text{volume} &= \frac{250 \text{ ml} \times 20 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}} \\ &= 5 \text{ ml} \end{aligned}$$

2. Membuat kurva standar dengan mengencerkan larutan 20 ppm menjadi 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 ppm ke dalam 50 mL aquades.

- a. Konsentrasi 1 ppm

$$\begin{aligned} \text{volume} &= \frac{50 \text{ ml} \times 1 \text{ ppm}}{20 \text{ ppm}} \\ &= 2,5 \text{ mL} \end{aligned}$$

- b. Konsentrasi 2 ppm

$$\begin{aligned} \text{volume} &= \frac{50 \text{ ml} \times 2 \text{ ppm}}{20 \text{ ppm}} \\ &= 5 \text{ mL} \end{aligned}$$

c. Konsentrasi 3 ppm

$$\begin{aligned}\text{volume} &= \frac{50 \text{ ml} \times 3 \text{ ppm}}{20 \text{ ppm}} \\ &= 7,5 \text{ ml}\end{aligned}$$

d. Konsentrasi 4 ppm

$$\begin{aligned}\text{volume} &= \frac{50 \text{ ml} \times 4 \text{ ppm}}{20 \text{ ppm}} \\ &= 10 \text{ ml}\end{aligned}$$

e. Konsentrasi 5 ppm

$$\begin{aligned}\text{volume} &= \frac{50 \text{ ml} \times 5 \text{ ppm}}{20 \text{ ppm}} \\ &= 12,5 \text{ ml}\end{aligned}$$

f. Konsentrasi 6 ppm

$$\begin{aligned}\text{volume} &= \frac{50 \text{ ml} \times 6 \text{ ppm}}{20 \text{ ppm}} \\ &= 15 \text{ ml}\end{aligned}$$

g. Konsentrasi 7 ppm

$$\begin{aligned}\text{volume} &= \frac{50 \text{ ml} \times 7 \text{ ppm}}{20 \text{ ppm}} \\ &= 17,5 \text{ ml}\end{aligned}$$

h. Konsentrasi 8 ppm

$$\begin{aligned}\text{volume} &= \frac{50 \text{ ml} \times 8 \text{ ppm}}{20 \text{ ppm}} \\ &= 20 \text{ ml}\end{aligned}$$

i. Konsentrasi 9 ppm

$$\begin{aligned}\text{volume} &= \frac{50 \text{ ml} \times 9 \text{ ppm}}{20 \text{ ppm}} \\ &= 22,5 \text{ ml}\end{aligned}$$

j. Konsentrasi 10 ppm

$$\begin{aligned}\text{volume} &= \frac{50 \text{ ml} \times 10 \text{ ppm}}{20 \text{ ppm}} \\ &= 25 \text{ ml}\end{aligned}$$

LAMPIRAN 10

Perhitungan konsentrasi larutan setelah adsorpsi.

Konsentrasi larutan setelah adsorpsi dapat diketahui dengan hasil persamaan yang didapatkan dari kurva standar *methyl violet*, yaitu : $y = 0,049 x$

Misal, pada konsentrasi larutan 60 ppm diadsorpsi dengan massa adsorben 0,5 gram dengan waktu kontak 60 menit didapat nilai absorbansi 0,109 A. maka:

$$y = 0,049x$$

$$0,109 = 0,049 x$$

$$x = \frac{0,109}{0,049}$$

$$= 2,224 \text{ ppm}$$

Jadi zat warna *methyl violet* dengan absorbansi 0,109 A memiliki konsentrasi sebesar 2,224 ppm

LAMPIRAN 11

Perhitungan % zat warna yang teradsorpsi

$$\% \text{ zat warna yang teradsorpsi} = \left(\frac{C_0 - C}{C_0} \right) \times 100\%$$

Keterangan:

C_0 = konsentrasi awal zat warna *Methyl Violet* (ppm)

C = konsentrasi akhir zat warna *Methyl Violet* (ppm)

Contoh:

Adsorpsi zat warna dengan massa adsorben 0,5 gram pada waktu kontak 60 menit yang memiliki konsentrasi awal 60 ppm dan konsentrasi akhir 2,224 ppm.

$$\begin{aligned} \% \text{ zat warna yang teradsorpsi} &= \left(\frac{60 \text{ ppm} - 2,224 \text{ ppm}}{60 \text{ ppm}} \right) \times 100\% \\ &= 0,9629 \times 100 \% \\ &= 96,29 \% \end{aligned}$$

Lampiran 12

Data perhitungan isoterm adsorpsi Langmuir

Co (ppm)	Ce(mmol/L)	Qe (mmol/g)	Ce/qe	Qe model (mmol/g)	Ralat
0	0,00	0,000	0	0	0
20	0,0030	0,0460	0,06496	0,0751	63,105
30	0,0045	0,0690	0,06571	0,1049	52,022
40	0,0058	0,0922	0,06326	0,1266	37,258
50	0,0063	0,1163	0,05374	0,1330	14,320
60	0,0072	0,1398	0,05170	0,1471	5,1671
70	0,0074	0,1642	0,04508	0,1494	8,998
80	0,0079	0,1881	0,04220	0,1565	16,802
90	0,0083	0,2123	0,03902	0,1609	24,216
100	0,0087	0,2364	0,03659	0,1654	30,034

Didapatkan persamaan $y = 2,2x + 0,0332$

$$\frac{ce}{qe} = \frac{1}{kL*qm} + \frac{1}{qm} * ce$$

$$\text{Slope} = \frac{1}{qm}$$

$$= 2,2$$

$$Qm = 0,454 \text{ mmol/g}$$

$$\text{intersept} = \frac{1}{KL*qm}$$

$$\frac{1}{KL*qm} = 0,0332$$

$$kL * qm = 30,120$$

$$kL = 66,343 \text{ mmol/L}$$

Lampiran 13

Data perhitungan isoterm Freundlich

Co (ppm)	Ce (mmol/L)	Qe (mmol/g)	Log ce	Log qe	qe model	ralat
0	0,00	0,000	0	0	0	0
20	0,0030	0,0460	-2,524	-1,3369	0,0871	89,298
30	0,0045	0,0690	-2,343	-1,1611	0,1053	52,627
40	0,0058	0,0922	-2,234	-1,0352	0,1181	28,077
50	0,0063	0,1163	-2,204	-0,9344	0,1219	4,782
60	0,0072	0,1398	-2,140	-0,8544	0,1302	6,876
70	0,0074	0,1642	-2,130	-0,7847	0,1316	19,831
80	0,0079	0,1881	-2,100	-0,7255	0,1359	27,771
90	0,0083	0,2123	-2,081	-0,6730	0,1385	34,749
100	0,0087	0,2364	-2,062	-0,6262	0,1413	40,243

Didapatkan persamaan $y = 0,455x + 0,088$

$$Q_e = k_f \cdot c_e^{1/n}$$

$$\log q_e = \frac{1}{n} \log c_e + \log k_f$$

$$\text{Slope} = \frac{1}{n}$$

$$= 0,455$$

$$n = 2,198 \text{ mmol/g}$$

$$\text{intersept} = \log k_f$$

$$k_f = 10^{0,088}$$

$$k_f = 1,22 \text{ mmol/L}$$

Lampiran 14

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	60	60	5,77755	0	0,7617	1
2	60	4,285714286	5,77755	5,5714286	-0,6858	1,033
4	60	4,387755102	5,77755	5,5612245	-0,6648	1,067
6	60	3,795918367	5,77755	5,6204082	-0,8037	1,101
8	60	3,734693878	5,77755	5,6265306	-0,8209	1,138
10	60	3,408163265	5,77755	5,6591837	-0,9267	1,175
12	60	3,346938776	5,77755	5,6653061	-0,9498	1,213
15	60	3,306122449	5,77755	5,6693878	-0,9659	1,273
30	60	3,265306122	5,77755	5,6734694	-0,9826	1,622
60	60	2,224489796	5,77755	5,777551	0	2,63
90	60	2,87755102	5,77755	5,7122449	-1,1850	4,266
120	60	2,428571429	5,77755	5,7571429	-1,6902	6,92

$$\text{Log (qe-qt)} = \log qe - \frac{k_1}{2,303} t$$

$$\text{Log (qe-qt)} = -\frac{k_1}{2,303} t + \log qe$$

$$Y = -0,007 x - 0,524 \quad R=0,221$$

Dimana $y = \log (qe-qt)$

$$-0,007 = \frac{k_1}{2,303} t$$

$$-0,016121 = -k_1 t$$

$$K_1 = 0,016121 \text{ menit}^{-1}$$

Intersept

$$-0,524 = \log q_e$$

$$Q_e = 0,3 \text{ mg/g}$$

Lampiran 15

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	60	60	5,77755	0	0	0
2	60	4,285714286	5,77755	5,5714286	0,359	5,375
4	60	4,387755102	5,77755	5,5612245	0,7193	5,570
6	60	3,795918367	5,77755	5,6204082	1,0675	5,638
8	60	3,734693878	5,77755	5,6265306	1,4218	5,673
10	60	3,408163265	5,77755	5,6591837	1,767	5,694
12	60	3,346938776	5,77755	5,6653061	2,1182	5,708
15	60	3,306122449	5,77755	5,6693878	2,6458	5,722
30	60	3,265306122	5,77755	5,6734694	5,2878	5,751
60	60	2,224489796	5,77755	5,777551	10,385	5,765
90	60	2,87755102	5,77755	5,7122449	15,756	5,770
120	60	2,428571429	5,77755	5,7571429	20,844	5,772

$$\frac{t}{qt} = \frac{1}{k_2 * q_e^2} + \frac{t}{qt}$$

$$Y = 0,173x + 0,026$$

Dimana,

$$\text{Slope} = 1/q_e$$

$$= 0,173$$

$$Q_e = 5,78 \text{ mg/g}$$

$$\text{Intersept} = 1/k_2 * q_e^2$$

$$0,026 = 1/k_2 * q_e^2$$

$$0,026 = 1/k_2 * 1/5,78^2$$

$$0,026 = 1/k_2 * 1/33,4084$$

$$0,026 = 1/33,4084 k_2$$

$$k_2 = 1/0,869$$

$$k_2 = 1.151 \text{ g/mg menit}$$

Lampiran 16

Gambar Praktikum



Serbuk kayu randu sesudah preparasi



Reaksi Serbuk kayu randu dengan NaOH



Hasil setelah reaksi NaOH



Pencucian dan penyaringan



Hasil serbuk kayu randu setelah direaksikan dengan NaOH



Hasil serbuk kayu randu setelah dilakukan pemanasan dan siap untuk uji adsorpsi



Shaker adsorpsi zat warna



hasil adsorpsi kurva standar



Hasil adsorpsi variasi konsentrasi NaOH



variasi konsentrasi Larutan zat warna sebelum adsorpsi



Hasil adsorpsi variasi waktu kontak



Hasil adsorpsi variasi konsentrasi larutan