



**SINTESIS KARBON AKTIF DARI KULIT SALAK
DENGAN AKTIVASI KIMIA SENYAWA $ZnCl_2$
MENGUNAKAN PEMANAS *MICROWAVE***

Laporan Penelitian

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar
sarjana di bidang Ilmu Teknik Kimia

oleh :

Jessica Atin (2013620004)

Christiandi Arifin (2013620069)

Pembimbing :

Arenst Andreas, S.T., S.Si, MSc., Ph.D

Hans Kristianto, S.T., M.T.



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2017**

No. Kode	: TK ATI 5/17
Tanggal	: 22 Februari 2017
No. Ind.	: 4222-FTI / SKP 33489
Divisi	:
Masih / dari	:
Dari	: FTI



LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : SINTESIS ADSORBEN KARBON AKTIF DARI KULIT SALAK DENGAN
AKTIVASI KIMIA SENYAWA $ZnCl_2$ MENGGUNAKAN PEMANAS
*MICROWAVE***

CATATAN:

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 15 Desember 2016

Pembimbing Utama

Arenst Andreas Arie, S.T., S.Si., M.Sc., Ph.D.

Pembimbing Kedua

Hans Kristianto, S.T., M.T.



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jessica Atin

NRP : 6213004

Nama : Christiandi Arifin

NRP : 6213069

Dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian yang berjudul

SINTESIS KARBON AKTIF DARI KULIT SALAK DENGAN AKTIVASI KIMIA SENYAWA $ZnCl_2$ MENGGUNAKAN PEMANAS *MICROWAVE*

merupakan hasil pekerjaan kami dan seluruh ide penulisan termasuk materi, pendapat yang berasal dari sumber lain telah dikutip dan dituliskan dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar- benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan maka kami bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 15 Desember 2016


Jessica Atin
(6213004)


Christiandi Arifin
(6213069)



LEMBAR REVISI

**JUDUL : SINTESIS KARBON AKTIF DARI KULIT SALAK DENGAN AKTIVASI
KIMIA SENYAWA $ZnCl_2$ MENGGUNAKAN PEMANAS *MICROWAVE***

CATATAN:

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 13 Januari 2017

Penguji

Ratna Frida Susanti, Ph.D.

Penguji

Yansen Hartanto, S.T., M.T.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan yang Maha Esa karena berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “Sintesis Karbon Aktif dari Kulit Salak dengan Aktivasi Kimia Senyawa $ZnCl_2$ Menggunakan Pemanas *Microwave*”. Penelitian ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat meraih gelar Strata-1 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Dalam penulisan penelitian ini penulis memperoleh bimbingan dan dibantu dalam berbagai hal sehingga penelitian ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Arenst Andreas Arie, S.T., S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penulisan laporan penelitian ini.
2. Bapak Hans Kristianto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penulisan laporan penelitian ini.
3. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan memotivasi penulis selama penulisan laporan penelitian ini.
4. Teman – teman yang telah memberikan dukungan selama penulisan laporan penelitian.

Akhir kata, penulis berharap agar penelitian ini mampu memberikan informasi kepada para pembaca dan penulis memahami bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan dan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mohon kritik dan saran dari pembaca sehingga penulisan laporan penelitian dapat dilakukan dengan lebih baik.

Bandung, Desember 2016

Penulis



DAFTAR ISI

COVER DALAM.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
INTISARI.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Tema Sentral Masalah.....	2
1.3 Identifikasi Masalah.....	2
1.4 Hipotesis.....	2
1.5 Premis.....	3
1.6 Tujuan Penulisan.....	4
1.7 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Adsorpsi.....	6
2.1.1 Definisi Adsorpsi.....	6

2.1.2 Mekanisme Adsorpsi.....	7
2.1.3 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi	8
2.1.4 Adsorpsi Fisika dan Adsorpsi Kimia	10
2.1.5 Klasifikasi Isoterm Adsorpsi.....	11
2.1.6 Persamaan Adsorpsi Isotermal.....	12
2.1.7 Model Kinetika Adsorpsi.....	31
2.2 Adsorben.....	18
2.3 Karbon Aktif.....	18
2.3.1 Definisi Karbon Aktif	19
2.3.2 Sejarah Karbon Aktif	19
2.3.3 Struktur Karbon Aktif.....	20
2.3.4 Jenis Karbon Aktif	21
2.4 Sintesis Karbon Aktif.....	22
2.4.1 Aktivasi Fisika/Termal.....	38
2.4.2 Aktivasi Kimia	39
2.5 Metode Pemanasan dalam Sintesis Karbon Aktif.....	24
2.5.1 Metode Konvensional	29
2.5.2 Pemanasan dengan <i>Microwave</i>	29
2.6 Bahan Baku dalam Sintesis Karbon Aktif	34
2.7 Logam Berat Tembaga.....	36
2.8 Review Jurnal.....	38
BAB III BAHAN DAN METODE PENELITIAN	40
3.1 Tahap – Tahap Penelitian.....	40
3.2 Alat dan Bahan.....	40
3.2.1 Alat.....	40
3.2.2 Bahan	41
3.3 Prosedur Percobaan.....	41

3.3.1 Sintesis Karbon Aktif.....	41
3.3.2 Analisis Karbon Aktif.....	45
3.4 Analisis Proses Adsorpsi.....	50
3.4.1 Analisis Isoterm Adsorpsi.....	50
3.4.2 Analisis Kinetika Adsorpsi	52
3.5 Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian	53
BAB IV PEMBAHASAN	54
4.1 Sintesis Karbon Aktif dari Kulit Salak	54
4.1.1 Pengaruh Rasio Massa Kulit Salak : Massa $ZnCl_2$	56
4.1.2 Pengaruh Daya <i>Microwave</i>	58
4.1.3 Pengaruh Waktu Radiasi <i>Microwave</i>	61
4.2 Perbandingan Hasil Sintesis Karbon Aktif	64
4.3 Proses Adsorpsi.....	65
4.3.1 Penentuan Model Adsorpsi Isotermal dan % Removal	67
4.3.2 Kinetika Adsorpsi.....	84
BAB V KESIMPULAN	76
5.1 Kesimpulan	76
5.2 Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA.....	77
LAMPIRAN A: MATERIAL SAFETY DATA SHEET	85
A.1 Zinc chloride	85
A.2 Hydrochloric Acid.....	86
A.3 Sodium Hydroxyde	88
A.4 Tembaga Sulfat Pentahidrat	90
A.5 Ammonium Hidroksida.....	91
LAMPIRAN B: DATA PENGAMATAN DAN HASIL ANTARA	94

B.1 Hasil Analisa Karbon Aktif.....	94
B.2 Pembuatan Kurva Standar Logam Berat Tembaga (II).....	95
B.3 Hasil Data Pengamatan Adsorpsi Logam Berat Tembaga (II) Menggunakan Karbon Aktif Penelitian ini	95
LAMPIRAN C: GRAFIK.....	109
C.1 Kurva Standar Larutan Logam Berat Tembaga (II)	109
C.2 Adsorpsi Larutan Logam Berat Tembaga (II) Menggunakan Karbon Aktif Penelitian ini.....	109
LAMPIRAN D: CONTOH PERHITUNGAN	121
D.1 Pembuatan Kurva Standar	121
D.2 Isotermal Adsorpsi Logam Berat Tembaga (II)	121
D.3 Penentuan Kinetika Adsorpsi pada Variasi Konsentrasi Awal	125



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi Proses Adsorpsi	6
Gambar 2. 2 Mekanisme Perpindahan Massa	8
Gambar 2. 3 Klasifikasi Isoterm Adsorpsi	11
Gambar 2. 4 Struktur Adsorben	18
Gambar 2. 5 Struktur elemen karbon aktif	20
Gambar 2. 6 Pori pada Karbon Aktif.....	21
Gambar 2. 7 Mekanisme Termal Dekomposisi Selulosa	26
Gambar 2. 8 Metode pemanasan	29
Gambar 2. 9 Spektrum Gelombang Elektromagnetik	30
Gambar 2. 10 Energi Microwave	30
Gambar 2. 11 Struktur Microwave Oven	31
Gambar 2. 12 Mekanisme perubahan energi menjadi panas	33
Gambar 3. 1 Diagram Alir Persiapan Awal Kulit Salak.....	42
Gambar 3. 2 Diagram alir proses aktivasi kimia dan karbonisasi	44
Gambar 3. 3 Modifikasi <i>microwave</i> oven yang digunakan untuk aktivasi	45
Gambar 3. 4 Diagram Alir Pembuatan Larutan Logam Tembaga	46
Gambar 3. 5 Diagram Alir Penentuan Panjang Gelombang Maksimum	47
Gambar 3. 6 Diagram Alir Pembuatan Kurva Standar dengan Instrumen Spektrofotometer ...	48
Gambar 3. 7 Diagram Alir Adsorpsi Logam Tembaga	49
Gambar 3. 8 Diagram Alir Analisis Kadar Logam Tembaga Hasil Adsorpsi dengan Spektrofotometer	50
Gambar 4. 1 Grafik Pengaruh Rasio Massa Kulit Salak : Massa $ZnCl_2$ terhadap Luas Permukaan	56
Gambar 4. 2 Pengaruh Rasio Massa Kulit Salak : Massa $ZnCl_2$ terhadap Perolehan Karbon Aktif.....	57
Gambar 4. 3 Pengaruh Daya <i>Microwave</i> terhadap Luas Permukaan Karbon Aktif.....	59
Gambar 4. 4 Pengaruh Daya <i>Microwave</i> terhadap Perolehan Karbon Aktif.....	60

Gambar 4. 5 Pengaruh Waktu Radiasi <i>Microwave</i> terhadap Luas Permukaan Karbon Aktif...	61
Gambar 4. 6 Pengaruh Waktu Radiasi <i>Microwave</i> terhadap Perolehan Karbon Aktif	63
Gambar 4. 7 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Larutan Logam Tembaga (II)	66
Gambar 4. 8 Kurva Standar Larutan Logam Tembaga (II)	67
Gambar 4. 9 Pengaruh Konsentrasi Awal terhadap % Removal	67
Gambar 4. 10 Perbandingan Model Langmuir dan Model Freundlich dengan Data Percobaan untuk Karbon Aktif Penelitian ini	69
Gambar 4. 11 Profil Konsentrasi Terhadap Waktu untuk Karbon Aktif Penelitian ini.....	70
Gambar 4. 12 Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua pada Konsentrasi 100 ppm	73
Gambar 4. 13 Difusi Intrapartikel Adsorben Karbon Aktif Penelitian ini untuk Konsentrasi Awal 100 ppm	74
Gambar C. 1 Grafik Kurva Standar Larutan Logam Berat Tembaga (II)	109
Gambar C. 2 Grafik Fitting Isotermal Langmuir untuk Karbon Aktif Penelitian ini	110
Gambar C. 3 Grafik Fitting Isotermal Freundlich untuk Karbon Aktif Penelitian ini	110
Gambar C. 4 Perbandingan Model Langmuir dan Model Freundlich dengan Data Percobaan	110
Gambar C. 5 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada Konsentrasi Awal 100 ppm Menggunakan Karbon Aktif Penelitian ini.....	111
Gambar C. 6 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada Konsentrasi Awal 100 ppm Menggunakan Karbon Aktif Penelitian ini.....	111
Gambar C. 7 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada Konsentrasi Awal 100 ppm Menggunakan Karbon Aktif Penelitian ini.	112
Gambar C. 8 Grafik Kinetika Difusi Intrapartikel pada Konsentrasi Awal 100 ppm Menggunakan Karbon Aktif Penelitian ini.....	112
Gambar C. 9 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada Konsentrasi Awal 150 ppm Menggunakan Karbon Aktif Penelitian ini.....	113
Gambar C. 10 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada Konsentrasi Awal 150 ppm Menggunakan Karbon Aktif Penelitian ini.....	113
Gambar C. 11 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada Konsentrasi Awal 150 ppm Menggunakan Karbon Aktif Penelitian ini.	114

Gambar C. 12 Grafik Kinetika Difusi Intrapartikel pada Konsentrasi Awal 150 ppm	
Menggunakan Karbon Aktif Penelitian ini.	114
Gambar C. 13 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada Konsentrasi Awal 200 ppm	
Menggunakan Karbon Aktif Penelitian ini.....	115
Gambar C. 14 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada Konsentrasi Awal 200 ppm	
Menggunakan Karbon Aktif Penelitian ini.....	115
Gambar C. 15 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada Konsentrasi Awal 200 ppm Menggunakan Karbon Aktif Penelitian ini.	116
Gambar C. 16 Grafik Kinetika Difusi Intrapartikel pada Konsentrasi Awal 200 ppm	
Menggunakan Karbon Aktif Penelitian ini.....	116
Gambar C. 17 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada Konsentrasi Awal 250 ppm	
Menggunakan Karbon Aktif Penelitian ini.....	117
Gambar C. 18 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada Konsentrasi Awal 250 ppm	
Menggunakan Karbon Aktif Penelitian ini.....	117
Gambar C. 19 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada Konsentrasi Awal 250 ppm Menggunakan Karbon Aktif Penelitian ini.	118
Gambar C. 20 Grafik Kinetika Difusi Intrapartikel pada Konsentrasi Awal 250 ppm	
Menggunakan Karbon Aktif Penelitian ini.....	118
Gambar C. 21 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada Konsentrasi Awal 300 ppm	
Menggunakan Karbon Aktif Penelitian ini.....	119
Gambar C. 22 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada Konsentrasi Awal 300 ppm	
Menggunakan Karbon Aktif Penelitian ini.....	119
Gambar C. 23 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada Konsentrasi Awal 300 ppm Menggunakan Karbon Aktif Penelitian ini.	120
Gambar C. 24 Grafik Kinetika Difusi Intrapartikel pada Konsentrasi Awal 300 ppm	
Menggunakan Karbon Aktif Penelitian ini.....	120



DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Tabel Premis	3
Tabel 2. 1 Perbedaan Adsorpsi Fisika dan Adsorpsi Kimia	10
Tabel 2. 2 Penggunaan karbon aktif sebagai adsorben dalam pengolahan air	18
Tabel 2. 3 Klasifikasi Buah Salak	35
Tabel 2. 4 Hasil Sintesis Karbon Aktif dari Kulit Salak (Penelitian Pendahuluan) dengan Pemanasan Konvensional	36
Tabel 2. 5 Sifat Fisika Logam Berat Tembaga	37
Tabel 2. 6 Sifat Kimia Logam Berat Tembaga.....	38
Tabel 3. 1 Variasi dalam Penelitian	42
Tabel 3. 2 Jadwal Kerja Penelitian	53
Tabel 4. 1 Hasil Analisa BET Karbon Aktif	55
Tabel 4. 2 Perbandingan Hasil Sintesis Karbon Aktif.....	64
Tabel 4. 3 Parameter Model Adsorpsi Isotermal	68
Tabel 4. 4 Nilai Parameter Kinetika Pseudo Orde -1 dan Pseudo orde-2	71
Tabel 4. 5 Parameter Intraparticle Diffusion	75
Tabel B. 1 Variasi 1	94
Tabel B. 2 Variasi 2.....	94
Tabel B. 3 Variasi 3.....	94
Tabel B. 4 Data Kurva Standar Logam Berat Tembaga (II)	95
Tabel B. 5 Hasil %removal tembaga (II) dengan Karbon Aktif Penelitian ini	95
Tabel B. 6 Hasil Antara Isotermal Langmuir untuk Karbon Aktif Penelitian ini	96
Tabel B. 7 Hasil Parameter Langmuir untuk Karbon Aktif Penelitian ini	96
Tabel B. 8 Hasil Antara Isotermal Freundlich untuk Karbon Aktif Penelitian ini	96
Tabel B. 9 Hasil Parameter Isotermal Freundlich untuk Karbon Aktif Penelitian ini	96
Tabel B. 10 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Karbon Penelitian ini Pada Konsentrasi 100 ppm	97

Tabel B. 11 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Karbon Penelitian ini Pada Konsentrasi 150 ppm	97
Tabel B. 12 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Karbon Penelitian ini Pada Konsentrasi 200 ppm	98
Tabel B. 13 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Karbon Penelitian ini Pada Konsentrasi 250 ppm	99
Tabel B. 14 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Karbon Penelitian ini Pada Konsentrasi 300 ppm	99
Tabel B. 15 Hasil Parameter Pseudo Orde Satu untuk Karbon Aktif Penelitian ini	100
Tabel B. 16 Hasil Pseudo Orde 2 untuk Karbon Penelitian ini Pada Konsentrasi 100 ppm ...	100
Tabel B. 17 Hasil Pseudo Orde 2 untuk Karbon Penelitian ini Pada Konsentrasi 150 ppm ...	101
Tabel B. 18 Hasil Pseudo Orde 2 untuk Karbon Penelitian ini Pada Konsentrasi 200 ppm ...	102
Tabel B. 19 Hasil Pseudo Orde 2 untuk Karbon Penelitian ini Pada Konsentrasi 250 ppm ...	103
Tabel B. 20 Hasil Pseudo Orde 2 untuk Karbon Penelitian ini Pada Konsentrasi 300 ppm ...	103
Tabel B. 21 Hasil Parameter Pseudo Orde Dua untuk Karbon Aktif Penelitian ini	104
Tabel B. 22 Hasil Difusi Intrapartikel Konsentrasi 100 ppm untuk Karbon Aktif Penelitian ini	104
Tabel B. 23 Hasil Difusi Intrapartikel Konsentrasi 150 ppm untuk Karbon Aktif Penelitian ini	105
Tabel B. 24 Hasil Difusi Intrapartikel Konsentrasi 200 ppm untuk Karbon Aktif Penelitian ini	106
Tabel B. 25 Hasil Difusi Intrapartikel Konsentrasi 250 ppm untuk Karbon Aktif Penelitian ini	106
Tabel B. 26 Hasil Difusi Intrapartikel Konsentrasi 300 ppm untuk Karbon Aktif Penelitian ini	107
Tabel B. 27 Hasil Parameter Difusi Intrapartikel untuk Karbon Aktif Kulit Salak	108



INTISARI

Karbon aktif yang disintesis dari kulit salak dengan pemanasan konvensional telah memberikan hasil yang baik. Pada penelitian ini dilakukan sintesis karbon aktif dari kulit salak menggunakan *microwave* oven yang telah dimodifikasi. Pemanasan dengan *microwave* diharapkan menghasilkan karbon aktif dengan karakteristik yang lebih baik karena konsumsi energi yang lebih efektif dan efisien. Jenis aktivasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah aktivasi secara kimia menggunakan $ZnCl_2$. Langkah yang dilakukan dalam sintesis karbon aktif adalah pretreatment (pencucian, pengeringan, dan penghalusan kulit salak), aktivasi dan karbonisasi (pencampuran kulit salak dengan $ZnCl_2$ dilanjutkan dengan pemanasan di dalam *microwave*), analisa karakteristik karbon aktif yang dihasilkan, dan proses adsorpsi logam berat tembaga.

Pada penelitian ini dilakukan variasi terhadap rasio massa kulit: $ZnCl_2$ (1:2 dan 1:4), daya *microwave* (130 watt, 230 watt, 380 watt, 540 watt, dan 700 watt), dan waktu radiasi *microwave* (5, 15, 20, dan 25 menit) pada konsentrasi massa $ZnCl_2$ sebesar 15%. Melalui variasi ini akan diperoleh kondisi optimum untuk sintesis karbon aktif dari kulit salak. Analisa karakteristik karbon aktif yang diperoleh dilakukan dengan menggunakan metode BET. Selanjutnya, pada karbon aktif yang dihasilkan dilakukan analisa terhadap kapasitas adsorpsi karbon aktif melalui percobaan adsorpsi logam berat tembaga (II). Melalui proses adsorpsi ini diperoleh parameter isoterm adsorpsi dan kinetika adsorpsi. Isoterm yang digunakan adalah isoterm Langmuir dan Freundlich sedangkan untuk model kinetika yang diuji adalah pseudo orde 1, pseudo orde 2, dan difusi intrapartikel.

Karbon aktif yang dihasilkan memiliki luas permukaan $1796,788 \text{ m}^2/\text{g}$ pada penggunaan rasio massa kulit salak: massa $ZnCl_2$ sebesar 1:4, daya 540 watt, dan waktu 25 menit. Dari proses adsorpsi yang dilakukan, model isoterm adsorpsi yang cocok adalah model isoterm Langmuir. Pada proses adsorpsi ion logam berat Cu^{2+} dengan penggunaan karbon aktif sebanyak 30 mg, diperoleh kapasitas adsorpsi sebesar $1262,62 \text{ mg } Cu^{2+}/\text{mg}$ karbon aktif. Selain itu, dari proses adsorpsi yang dilakukan, diketahui bahwa model kinetika yang cocok adalah model kinetika adsorpsi pseudo orde 2.



ABSTRACT

The synthesized activated carbon from salak peel with conventional heating has given good results. In this research, synthesis of activated carbon from snake fruit peel using microwave oven that has been modified. Heating with microwave oven expected produce activated carbon with better characteristics because energy consumption more effectively and efficiently. Activation type done in this study was chemically activation using $ZnCl_2$. The steps done for synthesis of activated carbon were the pretreatment (washing, drying and smoothing snake fruit peel), activation and carbonization (mixing snake fruit peel with $ZnCl_2$ followed by heating in microwave oven), analysis characteristics of produced activated carbon, and adsorption process of heavy metals copper(II).

In this research, performed variations on mass ratio of snake fruit peel mass to $ZnCl_2$ mass (1:2 and 1:4), microwave power (130 watt, 230 watt, 380 watt, 540 watt, and 700 watt), and microwave radiation time (5, 15, 20, and 25 minutes) at concentration of 15% $ZnCl_2$ mass. Through this variation was obtained the optimum conditions for the synthesis of activated carbon from snake fruit peel. Analysis characteristics of activated carbon obtained from BET method. Furthermore, the produced activated carbons were used to analyze the adsorption capacity of the activated carbon through adsorption process of heavy metals copper(II). Through this adsorption process obtained adsorption isotherm parameters and adsorption kinetics. Isotherm that was used were Langmuir and Freundlich isotherm while the kinetic model tested were pseudo first order, pseudo second order and the diffusion intraparticle.

The produced activated carbon had surface area of $1796,788 \text{ m}^2/\text{g}$ at mass ratio of snake fruit peel mass to $ZnCl_2$ mass of 1:4, microwave oven power of 540 watt, and radiation time of 25 minutes. From adsorption process, the adsorption isotherm model that match was Langmuir isotherm models. In the adsorption process of heavy metal ions Cu^{2+} using activated carbon as much as 30 mg, obtained adsorption capacity of $1262,62 \text{ mg } Cu^{2+}/\text{mg}$ activated carbon. Moreover, from adsorption process and data, it was known that a suitable kinetic model was adsorption kinetics pseudo second order.



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Karbon aktif yang biasa dikenal sebagai arang aktif adalah karbon yang memiliki bentuk sangat berpori karena telah diproses (Pradhan 2011). Dengan demikian karbon aktif memiliki luas permukaan sangat besar yang biasa digunakan sebagai adsorben dalam proses penghilangan bahan kimia organik dan ion logam berat di lingkungan (Shawabkah 2008). Karbon aktif umumnya disintesis dari batubara dan kayu. Hal ini dianggap kurang efisien karena material tersebut tergolong sumber daya yang sulit terbaharui. Para peneliti mulai mencoba bahan baku alternatif yaitu limbah biomassa. Limbah biomassa yang digunakan seperti tempurung kelapa, kulit kacang, dan ampas kopi karena jumlahnya yang melimpah dan dapat mengurangi pencemaran lingkungan. (Schröder, Oechsler et al. 2011)

Pada penelitian ini, sumber biomassa yang digunakan adalah kulit salak. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan, yakni sintesis karbon aktif dari kulit salak, telah dihasilkan karbon aktif dengan luas area yang baik (Andreas, et al., 2015; Angela, et al., 2015; Tanumiharja, et al., 2015; Vincent, et al., 2015; Tanumiharja, et al., 2015). Namun, jenis pemanasan yang dilakukan adalah pemanasan konvensional. Pada penelitian sintesis karbon aktif dengan aktivasi kimia $ZnCl_2$, diperoleh luas area permukaan sebesar $1437,97 \text{ m}^2/\text{g}$, total volume pori 1.66 cc/g , dan diameter pori $57,53 \text{ \AA}$ (Tanumiharja, et al., 2015).

Pemanasan konvensional menyebabkan terjadinya thermal gradient sehingga dibutuhkan waktu pemanasan yang lebih panjang dan menyebabkan konsumsi energi yang tidak efektif. Berdasarkan penelitian, telah dilakukan sintesis karbon aktif dari biomassa menggunakan metode lain, yaitu menggunakan pemanasan *microwave*. Pada pemanasan dengan *microwave*, waktu yang dibutuhkan lebih pendek sehingga proses lebih efektif sehingga dapat menghemat energi (Hesas, et al., 2013).

Pada penelitian ini, proses sintesis karbon aktif terdiri atas dua tahap yaitu karbonisasi dan aktivasi. Jenis aktivasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah aktivasi kimia dengan

menggunakan bahan kimia zinc chloride (ZnCl_2). ZnCl_2 digunakan karena mampu menghasilkan karbon aktif yang memiliki struktur mikropori (Ruthven, 1984). Tahap aktivasi dan karbonisasi akan berlangsung secara bersamaan saat dilakukannya pemanasan menggunakan *microwave* yang telah dimodifikasi dengan dialiri gas nitrogen selama proses aktivasi dan karbonisasi.

1.2 Tema Sentral Masalah

Sintesis karbon aktif dari biomassa kulit salak dilakukan melalui proses aktivasi kimia (senyawa ZnCl_2) dan karbonisasi secara simultan dengan menggunakan pemanas *microwave* lalu digunakan sebagai adsorben untuk proses adsorpsi larutan logam berat tembaga (II).

1.3 Identifikasi Masalah

1. Bagaimana pengaruh kondisi pemanasan dengan *microwave* (meliputi daya dan waktu pemanasan) terhadap perolehan dan karakteristik karbon aktif yang dihasilkan?
2. Bagaimana pengaruh perbandingan massa ZnCl_2 dengan massa kulit salak terhadap perolehan dan karakteristik karbon aktif yang dihasilkan?
3. Bagaimana karakteristik karbon aktif yang dihasilkan yang diuji melalui analisa BET?
4. Bagaimanakah kinerja karbon aktif sebagai adsorben dalam adsorpsi logam berat tembaga?
5. Berapakah nilai dari parameter adsorpsi yang diperoleh dari persamaan Isoterm Langmuir dan Freundlich?
6. Diantara model kinetika adsorpsi (pseudo orde 1 dan pseudo orde 2), kinetika manakah yang paling cocok untuk menggambarkan proses adsorpsi?

1.4 Hipotesis

1. Daya dan waktu pemanasan dengan *microwave* mempengaruhi perolehan dan karakteristik karbon aktif yang dihasilkan.
2. Perbandingan massa ZnCl_2 dengan massa kulit salak berpengaruh terhadap perolehan dan karakteristik karbon aktif yang dihasilkan.

1.5 Premis

Tabel 1. 1 Tabel Premis

Bahan Baku	Impregan	Rasio (Bahan baku : impregnan)	Daya (Watt)	t (menit)	S _{BET} (m ² /g)	Referensi
Kulit Salak	ZnCl ₂	1:4	-	-	1437,97	(Tanumiharja, et al., 2015)
<i>Bamboo</i>	H ₃ PO ₄	1:1	350	20	1432	(Liu, et al., 2010)
<i>Wood Sawdust</i>	K ₂ CO ₃	1:1.25	600	6	1496.05	(Foo, et al., 2012)
<i>Pineapple peel</i>	KOH	1.25:1	600	6	1006	(Foo, et al., 2012)
	K ₂ CO ₃	1.25:1	600	6	680	(Foo, et al., 2012)
<i>Orange peel</i>	KOH	1.075:1	600	7	752	(Foo, et al., 2011)
	K ₂ CO ₃	1.075:1	600	7	1165	(Foo, et al., 2011)
<i>Tobacco Stems</i>	K ₂ CO ₃	1:1.5	700	30	2557	(Li, et al., 2008)
<i>Cotton stalks</i>	KOH	1:0.6	660	10	729.33	(Deng, et al., 2010)
	ZnCl ₂	1:1.6	560	9	794.84	(Deng, et al., 2009)

Tabel 1.1 Tabel Premis (Lanjutan)

Bahan Baku	Impregan	Rasio massa (Bahan baku : impregnan)	Daya (Watt)	t (menit)	S _{BET} (m ² /g)	Referensi
<i>Cotton stalks</i>	K ₂ CO ₃	1:0.6	660	10	621.47	(Deng, et al., 2010)
<i>Pistachio nut shells</i>	KOH	1:1.5	700	30	2557	(Foo, et al., 2011)
Bubuk kayu pohon pinus	ZnCl ₂	1:2.5	700	10	1459	(Wang, et al., 2009)

1.6 Tujuan Penulisan

Melalui penelitian ini, penulis memiliki tujuan agar pembaca:

1. Mempelajari pengaruh daya dan waktu pemanasan dengan *microwave* terhadap perolehan dan karakteristik karbon aktif yang dihasilkan.
2. Mengetahui pengaruh perbandingan massa ZnCl₂ dengan massa kulit salak terhadap perolehan dan karakteristik karbon aktif yang dihasilkan.
3. Mengetahui karakteristik dan morfologi karbon aktif yang dihasilkan dengan pengujian menggunakan metode BET .
4. Memahami kinerja karbon aktif sebagai adsorben dalam adsorpsi logam berat tembaga
5. Menentukan nilai dari parameter adsorpsi yang diperoleh dari persamaan Isoterm Langmuir dan Freundlich.
6. Menentukan model kinetika adsorpsi yang cocok untuk proses adsorpsi yang dilakukan.

1.7 Manfaat Penelitian

a) Bagi peneliti

Memahami mengenai sintesis karbon aktif dan menambah pengetahuan mengenai karbon aktif beserta cara sintesisnya. Selain itu dapat mengetahui kondisi optimum untuk sintesis karbon aktif dari kulit salak

b) Bagi industri

Diharapkan terdapat bidang industri yang menjadi tergerak untuk memproduksi karbon aktif pada skala yang besar. Apabila karbon aktif dapat diproduksi dalam skala besar maka dapat mengurangi limbah biomassa serta memenuhi kebutuhan karbon aktif sebagai adsorben sehingga pengolahan limbah zat warna dapat lebih baik.

c) Bagi ilmu pengetahuan dan teknologi

Mengetahui bahwa terdapat banyak jenis limbah biomassa, salah satunya adalah kulit salak, yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku sintesis karbon aktif.