

ADSORPSI LOGAM BERAT Pb^{2+} MENGGUNAKAN ADSORBEN KOMPOSIT NANO KARBON



ICE 410 Laporan Penelitian

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

oleh :

Benedicta Rosalind Mariaprianti (2013620090)

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
2018**

No. Kore : TK MAR 9/18
Tanggal : 7 Februari 2019
No. In : 4345 - FTI / Skp 36013
Divisi :
Mada :
Dari : FTI



LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL : ADSORPSI LOGAM BERAT Pb^{2+} MENGGUNAKAN ADSORBEN
KOMPOSIT NANO KARBON

CATATAN:

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 16 Juli 2018

Pembimbing Pertama

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

Pembimbing Kedua

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

Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan



SURAT PERNYATAAN

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Benedicta Rosalind Mariaprianti

NPM : 2013620090

dengan ini menyatakan bahwa Laporan Penelitian dengan judul:

**ADSORPSI LOGAM BERAT Pb²⁺ MENGGUNAKAN ADSORBEN KOMPOSIT
NANO KARBON**

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat, materi atau sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

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

Bandung, 16 Juli 2018

Benedicta Rosalind Mariaprianti

(2013620090)

LEMBAR REVISI



JUDUL : ADSORPSI LOGAM BERAT Pb^{2+} MENGGUNAKAN ADSORBEN
KOMPOSIT NANO KARBON

CATATAN:

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 16 Juli 2018

Penguji

A blue ink signature of Ratna Frida Susanti, consisting of stylized initials and a surname.

Ratna Frida Susanti, Ph.D

Penguji

A black ink signature of Yansen Hartanto, featuring a large, sweeping initial 'Y' followed by the name.

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



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa oleh karena rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul “Adsorpsi Logam Berat Pb^{2+} Menggunakan Adsorben Komposit Nano Karbon” tepat waktu. Proposal penelitian ini disusun untuk memenuhi persyaratan tugas akhir untuk mencapai gelar sarjana Strata-1 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Dengan kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan proposal penelitian ini, terutama kepada :

1. Bapak Arenst Andreas, S.T., S.Si., MSc., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan saran yang diperlukan selama penyusunan penelitian ini,
2. Bapak Hans Kristianto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan saran yang diperlukan selama penyusunan penelitian ini,
3. Keluarga penulis yang setia memberikan dukungan moril dan materil kepada penulis,
4. Teman-teman PSM Universitas Katolik Parahyangan dan Jurusan Teknik Kimia yang telah memberikan dukungan kepada penulis,
5. Serta semua pihak lain yang telah ikut membantu dalam penyusunan penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari betul bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan penelitian ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya masukan, saran, serta kritik yang membangun sebagai bahan perbaikan dalam penyusunan laporan berikutnya. Penulis berharap agar penelitian ini kelak dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, Juli 2018

Penulis



INTISARI

Logam berat timbal merupakan salah satu logam yang memberikan dampak paling berbahaya bagi tubuh dan lingkungan. Kemajuan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi menawarkan berbagai jenis metode. Adsorpsi logam timbal dapat dilakukan menggunakan karbon nano yang memiliki kapasitas tinggi.

Pada penelitian ini adsorben komposit karbon nano akan disintesis menggunakan metode *nebulized spray pyrolysis* dari minyak kelapa sawit baru. Katalis yang akan digunakan pada penelitian ini adalah *ferrocene* dengan konsentrasi 0,015 g/ml dengan temperatur operasi 850°C. Analisa logam berat menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan ion pengompleks Pb^{2+} yaitu 1,5-*diphenylthiocarbazone* (dithizone) dengan larutan (Cetyltrimethylammonium bromide/CTAB) yang akan membuat larutan Pb^{2+} menjadi merah muda

Analisa sampel komposit karbon nano yang digunakan untuk menguji karakteristik adsorben komposit karbon nano adalah analisa XRD, SEM, dan EDS. Adsorpsi dilakukan pada beberapa kondisi. Adsorben komposit karbon nano sebanyak 30 mg yang telah disintesis digunakan untuk menyerap ion logam timbal (Pb^{2+}) dalam air dengan variasi pH 3; 4; dan 5 dengan kondisi optimum diperoleh pada pH 3. Variasi konsentrasi awal larutan 100, 150, 200, 250, dan 300 ppm dengan *%removal* terbesar terdapat pada 300 ppm sebesar 69,13%. Jumlah adsorben yang divariasikan yaitu 30, 60, dan 90 mg, dengan *%removal* yang semakin besar seiring naiknya jumlah adsorben yang digunakan. Adsorpsi dengan variasi temperatur ruang, 35°C, dan 45°C menggunakan 30 mg adsorben komposit karbon nano tidak menunjukkan perubahan yang signifikan terhadap *%removal*. Dalam tahap proses adsorpsi dilakukan analisa terhadap kinerja yang diperoleh dari parameter isoterm adsorpsi dan kinetika adsorpsi. Isoterm yang paling cocok digunakan dalam penelitian ini adalah isoterm Dubinin-Radushkevich diperoleh kapasitas adsorpsi 23,385 mg/g. Model kinetika yang diuji adalah pseudo orde 1 dan pseudo orde 2. Penelitian ini memberikan hasil yang cocok untuk model kinetika pseudo orde 2.

Kata kunci: adsorpsi, karbon nano, limbah logam berat, Pb^{2+} , timbal



ABSTRACT

Lead (Pb^{2+}) heavy metal is one of the most harmful metals for the human body and the environment. Advances in science and technology offer different types of methods. Adsorption of lead metal can be done using carbon nano that has a high capacity.

In this study, nano carbon composite adsorbents will be synthesized using the nebulized spray pyrolysis method from palm oil. The catalyst to be used in this research is ferrocene with concentration 0,015 g / mL with operating temperature 850°C. Heavy metal analysis using a UV-Vis spectrophotometer with Pb^{2+} complexing ion is 1.5-diphenylthiocarbazone (dithizone) with CTAB (Cetyltrimethylammonium bromide) which turned the Pb^{2+} solution to pink colored solution.

The analysis of carbon nano composite samples used to test the nano carbon composite adsorbent characteristics was the XRD, SEM, and EDS analyzes. Adsorption is done in several conditions. A naturally synthesized 30 mg carbon nano composite adsorbent was used to adsorb lead metal ions (Pb^{2+}) in demineralized water with a variation of pH 3; 4; and 5 with optimum conditions obtained at pH 3. Variation of initial concentration of 100, 150, 200, 250, and 300 ppm solution with the largest %removal is at 300 ppm for 69.13%. The amount of adsorbent varied by 30, 60, and 90 mg, with an increased %removal as the amount of adsorbent used was increased. Adsorption with room temperature variation, 35°C, and 45°C using 30 mg of nano carbon composite adsorbent showed no significant change to %removal. In the adsorption process, an analysis of the performance obtained from adsorption isotherm and adsorption kinetics parameters. The most suitable isotherm used in this study is Dubinin-Radushkevich isotherm obtained adsorption capacity of 23.385 mg/g. The kinetics models tested were pseudo first order and pseudo second order. This research gives a suitable result for kinetics model pseudo second order.

Keywords: adsorption, carbon nano, heavy metal, Pb^{2+} , lead



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
INTISARI.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tema Sentral Masalah Penelitian	3
1.3 Identifikasi Masalah	3
1.4 Premis	3
1.5 Hipotesis	4
1.6 Tujuan.....	5
1.7 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Logam Timbal (II) (Pb^{2+}).....	6
2.2 Dithizone.....	7
2.3 Adsorpsi.....	8
2.4 Mekanisme Adsorpsi	10
2.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi.....	11
2.6 Carbon Nanotubes (CNT).....	11
2.6.1 Single Walled Carbon Nanotube (SWNT)	13
2.6.2 Multi Walled Carbon Nanotubes (MWNT).....	14
2.7 Sintesis Carbon Nanotube (CNT)	16
2.7.1 Arc-discharge dan laser ablation.....	16
2.7.2 Chemical Vapor Deposition (CVD).....	18
2.7.3 Nebulized Spray Pyrolysis.....	19

2.8	Minyak Goreng	19
2.8	Katalis <i>Ferrocenne</i>	20
2.9	Aplikasi Carbon Nanotubes	20
2.10	Model Kinetika dan Persamaan Isoterm Adsorpsi.....	23
2.7.1	Model Persamaan Isoterm	23
2.7.2	Model Kinetika Adsorpsi.....	27
BAB III BAHAN DAN METODE PENELITIAN.....		29
3.1	Tahap sintesis carbon nanotubes (CNT).....	29
3.1.1	Alat	29
3.1.2	Bahan	30
3.1.3	Rangkaian alat percobaan	30
3.1.4	Prosedur percobaan	31
3.2	Tahap Adsorpsi	33
3.2.1	Alat	33
3.2.2	Bahan	34
3.2.3	Prosedur Percobaan	34
3.3	Tahap Analisis.....	40
3.3.1	Analisis Isotermal Adsorpsi.....	40
3.3.2.	Analisis Kinetika Adsorpsi	42
BAB IV PEMBAHASAN.....		44
4.1	Karakteristik Adsorben Komposit Karbon Nano	44
4.1.1	Analisis XRD	44
4.1.2	Analisis SEM	46
4.1.3	Analisis EDS	47
4.2	Adsorpsi Ion Logam Berat Pb ²⁺	48
4.2.1	Pengaruh Variasi pH Larutan Awal	48
4.2.2	Pengaruh Variasi Konsentrasi Awal.....	51
4.2.3	Pengaruh Variasi Massa Adsorben.....	59
4.2.4	Pengaruh Variasi Temperatur	60
4.2.5	Perbandingan Kapasitas Adsorpsi dengan Hasil Penelitian	61
BAB V KESIMPULAN.....		63

5.1	Kesimpulan	63
5.2	Saran	63
	DAFTAR PUSTAKA	64
	LAMPIRAN A MATERIAL SAFETY DATA SHEET	76
A.1	<i>Ferrocene</i>	76
A.1.1	Sifat Fisik dan Sifat Kimia.....	76
A.1.2	Identifikasi Bahaya.....	77
A.1.3	Pertolongan Pertama	77
A.1.4	Penyimpanan Bahan	77
A.2	Heksana.....	78
A.2.1	Sifat fisik dan Sifat Kimia	78
A.2.2	Identifikasi Bahaya	78
A.2.3	Pertolongan Pertama	78
A.2.4	Penyimpanan Bahan	79
A.3	Minyak Goreng (<i>Palm oil</i>).....	79
A.3.1	Sifat Fisik dan Sifat Kimia	79
A.3.2	Identifikasi Bahaya.....	79
A.3.3	Pertolongan Pertama	79
A.3.4	Penyimpanan Bahan	79
A.4	Gas Nitrogen	80
A.4.1	Sifat Fisik dan Sifat Kimia	80
A.4.2	Identifikasi Bahaya.....	80
A.4.3	Pertolongan Pertama	80
A.4.4	Penyimpanan Bahan.....	80
A.5	Timbal Nitrat.....	80
A.5.1	Sifat Fisik dan Sifat Kimia	80
A.5.2	Identifikasi Bahaya.....	81
A.5.3	Pertolongan Pertama	81
A.5.4	Penyimpanan Bahan.....	82
A.6	Dithizone.....	82
A.6.1	Sifat Fisik dan Sifat Kimia	82

A.6.2	Identifikasi Bahaya.....	82
A.6.3	Pertolongan Pertama	82
A.7	CTAB (Cetyltrimethylammonium bromide)	83
A.7.1	Sifat Fisik dan Sifat Kimia	83
A.7.2	Identifikasi Bahaya.....	84
A.7.3	Pertolongan Pertama	84
LAMPIRAN B	DATA PENGAMATAN DAN HASIL ANTARA	85
B.1	Hasil Analisa Komposit Karbon Nano	85
B.2	Penentuan Gelombang Maksimum.....	87
B.3	Kurva Standar.....	88
B.4	Hasil Data Pengamatan Adsorpsi Logam Berat Pb^{2+} dengan Karbon Aktif Variasi Konsentrasi Awal.....	88
B.5	Hasil Data Pengamatan Adsorpsi Logam Berat Pb^{2+} dengan Komposit Karbon Nano Variasi Konsentrasi Awal.....	94
B.6	Hasil Data Pengamatan Adsorpsi Logam Berat Pb^{2+} dengan Karbon Aktif Variasi pH.....	99
B.7	Hasil Data Pengamatan Adsorpsi Logam Berat Pb^{2+} dengan Komposit Karbon Nano Variasi pH.....	101
B.8	Hasil Data Pengamatan Adsorpsi Logam Berat Pb^{2+} dengan Komposit Karbon Nano Variasi Massa Adsorben.....	103
B.8	Hasil Data Pengamatan Adsorpsi Logam Berat Pb^{2+} dengan Komposit Karbon Nano Variasi Temperatur.....	105
LAMPIRAN C	GRAFIK	108
C.1	Hasil Analisa Komposit Karbon Nano	108
C.2	Grafik Panjang Gelombang Maksimum	109
C.3	Grafik Kurva Standar Logam Berat Pb^{2+}	109
C.4	Adsorpsi Larutan Logam Berat Pb^{2+} Dengan Adsorben Karbon Aktif Variasi Konsentrasi Awal.....	110
C.4.1	Analisis Isotermal.....	110
C.4.2	Analisis Kinetika Adsorpsi	112
C.5	Adsorpsi Larutan Logam Berat Pb^{2+} Dengan Adsorben Komposit Karbon Nano Variasi Konsentrasi Awal	118
C.5.1	Analisis Isotermal Adsorpsi.....	118

C.5.2 Analisis Kinetika Adsorpsi	120
C.6 Adsorpsi Larutan Logam Berat Pb ²⁺ Dengan Adsorben Karbon Aktif Variasi pH.....	125
C.7 Adsorpsi Larutan Logam Berat Pb ²⁺ Dengan Adsorben Komposit Karbon Nano Variasi pH	128
C.8 Adsorpsi Larutan Logam Berat Pb ²⁺ Dengan Adsorben Komposit Karbon Nano Variasi Massa Adsorben	131
C.9 Adsorpsi Larutan Logam Berat Pb ²⁺ Dengan Adsorben Komposit Karbon Nano Variasi Temperatur	134

DAFTAR GAMBAR



Gambar 2.1 Senyawa kompleks timbal-dithizone.....	7
Gambar 2.2 Skema perbedaan proses adsorpsi, absorpsi, dan sorpsi.....	9
Gambar 2.3 Skema ilustrasi 2-D lembar graphene dan ilustrasi vektor	14
Gambar 2.4 Struktur CNT.....	15
Gambar 2.5 Model skematik untuk SWNT	15
Gambar 3.1 Rangkaian alat yang digunakan saat percobaan.....	30
Gambar 3.2 Proses sintesis larutan <i>precursor</i>	40
Gambar 3.3 Proses persiapan dan start up	32
Gambar 3.4 Proses pemisahan dan shut down.....	33
Gambar 3.5 Diagram Alir Pembuatan Larutan Logam Timbal	35
Gambar 3.6 Diagram Alir Penentuan Panjang Gelombang Maksimum.....	35
Gambar 3.7 Diagram Alir Pembuatan Kurva Standar	36
Gambar 3.8 Diagram Alir Adsorpsi Logam Timbal dengan Variasi Konsentrasi Awal	37
Gambar 3.9 Diagram Alir Adsorpsi Logam Timbal dengan Variasi pH.....	38
Gambar 4.1 Hasil Analisa XRD sampel (A) dan Hasil XRD (Orlando) (B)	46
Gambar 4.2 Hasil Analisa SEM pada sampel (A) dan hasil analisa Orlando, 2017 (B).....	47
Gambar 4.3 Hasil Analisa EDS pada sampel komposit nano karbon	47
Gambar 4.4 Perbandingan %removal pada variasi pH larutan	49
Gambar 4.5 Model q_e pada variasi pH 3 adsorben komposit karbon nano	51
Gambar 4.6 Perbandingan %removal pada variasi konsentrasi.....	52

Gambar 4.7 Perbandingan kinetika dari karbon aktif dan komposit karbon nano pada konsentrasi 200 ppm.....	52
Gambar 4.8 Perbandingan Model Isoterm Karbon Aktif	56
Gambar 4.9 Perbandingan Model Isoterm Komposit Karbon Nano	56
Gambar 4.10 Model q_e pada variasi konsentrasi 200 ppm adsorben karbon aktif dan komposit karbon nano	58
Gambar 4.11 Perbandingan Waktu Kesetimbangan Variasi Massa Adsorben	59



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Adsorpsi Logam Berat Pb ²⁺	3
Tabel 2.1 Sifat Fisika Timbal (Casas & Sordo, 2006).....	6
Tabel 2.2 Perbedaan Adsorpsi Fisika dan Adsorpsi Kimia	10
Tabel 4.1 Hasil Analisis EDS sampel dan Orlando.....	48
Tabel 4.2 Hasil Kinetika Adsorpsi Terhadap Variasi pH Dengan Karbon Aktif..	50
Tabel 4.3 Hasil Kinetika Adsorpsi Terhadap Variasi pH Dengan Komposit Nano Karbon	50
Tabel 4.4 Hasil Adsorpsi Isoterm.....	53
Tabel 4.5 Hasil Kinetika Adsorpsi Terhadap Konsentrasi Awal	57
Tabel 4.6 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap %Removal dan Kapasitas Adsorpsi	59
Tabel 4.7 Hasil Kinetika Adsorpsi Terhadap Variasi Massa Adsorben Dengan Komposit Nano Karbon.....	60
Tabel 4.8 Hasil Kinetika Adsorpsi Terhadap Variasi Temperatur Dengan Komposit Nano Karbon	61
Tabel 4.9 Perbandingan Kapasitas Adsorpsi Logam Pb ²⁺ Menggunakan Berbagai Jenis Adsorben	61

BAB I PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber kehidupan bagi semua makhluk hidup. Namun air perlu diolah menjadi lebih bersih agar dapat diminum oleh manusia karena terdapat zat pengotor di dalamnya termasuk logam berat. Pencemaran air oleh logam berat berasal dari limbah proses industri. Logam berat (ion) dapat memberikan dampak pada lingkungan saat ini yang menimbulkan potensi risiko salah satunya adalah ion Pb^{2+} yang dikenal sebagai yang paling beracun (Clayton and Clayton 1981). Pemaparan terhadap ion Pb^{2+} dapat mengarah pada munculnya berbagai penyakit serius dan kandungannya dalam air minum bahkan pada konsentrasi yang sangat rendah untuk jangka waktu yang panjang. Penyakit yang dapat terjadi yaitu kanker, mual, gagal ginjal, koma, kejang dan efek pada metabolisme dan kecerdasan (Anari-Anaraki and Nezamzadeh-Ejhihieh 2015).

Batas ion Pb^{2+} yang diizinkan adalah 0,015 ppm dalam air oleh EPA (US Environmental Protection Agency) (Anari-Anaraki and Nezamzadeh-Ejhihieh 2015), sedangkan batas maksimal menurut Per. Menkes. No. 492/2010 yaitu 0,01 ppm. Dalam pengolahan limbah cair terdapat tahap primer yaitu tahap pengolahan yang melibatkan proses fisik yang bertujuan untuk menghilangkan padatan tersuspensi dan minyak dalam aliran air limbah seperti koagulasi, flotasi, sedimentasi, dan filtrasi (Tchobanoglous and Burton 1991). Kemudian tahap sekunder bahan-bahan kimia agar senyawa-senyawa dalam pencemar dalam limbah diikat melalui reaksi kimia seperti mengendapkan bahan, mematikan bakteri, mengikat dengan cara oksidasi atau reduksi, dan menetralkan konsentrasi kelarutan asam (Tchobanoglous and Burton 1991). Kemudian tahap dilakukan jika masih terdapat zat tertentu dalam limbah cair yang prosesnya disesuaikan dengan kandungan zat yang tersisa dalam limbah. Umumnya zat yang tidak dapat dihilangkan sepenuhnya melalui proses pengolahan primer maupun sekunder (Tchobanoglous and Burton 1991). Tingkat bahaya racun dan kerugian dari ion Pb^{2+} menyebabkan banyaknya pengembangan metode pengolahan limbah tersier seperti pengendapan kimiawi, adsorpsi,

pertukaran ion dan pemisahan membran (Ravishankar, et al. 2016, Culita, et al. 2016).

Pada metode adsorpsi, di antara berbagai adsorben, seperti karbon aktif, zeolit, dan resin, karbon aktif adalah salah satu jenis adsorben yang paling banyak digunakan dalam pengolahan air, karena beberapa manfaatnya: kemampuan pemindahan terhadap polutan, inert, dan stabilitas termal (Liu, et al. 2010). Namun, penerapan karbon aktif dalam pengolahan air juga terdapat beberapa kelemahan seperti kinetika adsorpsi lambat dan kesulitan regenerasi. Untuk mengatasinya, keterkaitan karbon aktif yang berbentuk *fiber* dikembangkan sebagai adsorben karbon generasi kedua (Liu, et al. 2010). ACF (*activated carbon fiber*) sebagai adsorben karbon generasi kedua memiliki kinetika adsorpsi yang lebih tinggi daripada karbon aktif biasa (Liu, et al. 2010). CNT (*carbon nanotubes*), dengan struktur satu dimensi memiliki bentuk seperti miniatur dari ACF. Semua situs adsorpsi ditemukan pada lapisan permukaan dalam dan luar CNT. Dengan struktur berlubang dan berlapis, secara teoritis, CNT mungkin merupakan generasi ketiga dari adsorben karbon yang menjanjikan (Liu, et al. 2010).

Baru-baru ini, nanoteknologi yang didasarkan pada penggunaan nanopartikel dikaitkan dengan manfaat luas permukaan yang besar dengan jumlah permukaan aktif yang tinggi sehingga dapat meningkatkan laju dan tingkat adsorpsi logam berat (Gupta, Agarwal and Saleh 2011, Zhang, et al. 2013, Ahmadi, et al. 2014), sementara belum ada penelitian untuk adsorpsi logam berat menggunakan nano karbon (*carbon nanotubes*) yang disintesis sendiri.

Penelitian ini akan dilakukan karena kapasitas adsorpsi karbon nano sangat tinggi namun memiliki kelemahan yaitu harga komersil untuk pembelian karbon nano murni masih sangat mahal, sekitar \$100-400/gram untuk *single-walled carbon nanotubes* dan \$10-30/g untuk *multi-walled carbon nanotubes* (Sigma-Aldrich 2017). Sebelumnya sintesis komposit karbon nano yang sederhana sudah dilakukan oleh Orlando dan Windi dengan metode *nebulized spray pyrolysis*. Maka, dalam penelitian ini akan dilaksanakan adsorpsi Pb^{2+} dengan adsorben komposit nano karbon.

1.2 Tema Sentral Masalah Penelitian

Pengujian keefektifan adsorpsi logam berat Pb^{2+} dengan menggunakan adsorben yang berasal dari nano karbon. Pengujian terhadap kinerja adsorpsi dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap pengaruh variabel pH larutan awal, jumlah adsorben, temperatur, dan konsentrasi awal logam berat Pb^{2+} dalam larutan.

1.3 Identifikasi Masalah

1. Bagaimana kinerja adsorpsi logam berat Pb^{2+} menggunakan adsorben karbon nano?
2. Bagaimana kapasitas adsorpsi logam berat Pb^{2+} yang dihasilkan menggunakan adsorben karbon nano?
3. Bagaimana pengaruh pH larutan, jumlah adsorben, temperatur, dan konsentrasi logam berat Pb^{2+} dalam larutan terhadap kinerja adsorpsi menggunakan adsorben karbon nano?
4. Bagaimana kapasitas adsorpsi dan parameter-parameter yang dihasilkan dari model isothermal adsorpsi Langmuir dan Freundlich dalam proses adsorpsi logam berat Pb^{2+} menggunakan adsorben karbon nano?
5. Bagaimana kinetika adsorpsi yang dihasilkan dari model kinetika adsorpsi pseudo orde 1 dan pseudo orde 2, dalam proses adsorpsi logam berat Pb^{2+} menggunakan adsorben karbon nano?

1.4 Premis

Tabel I.1 Adsorpsi Logam Berat Pb^{2+}

Pustaka	Jenis Adsorben	Kondisi				Kapasitas adsorpsi/ persentase <i>removal</i>
		Temperatur	pH	Jumlah adsorben	Konsentrasi Larutan Logam Pb^{2+}	
(Y. Li 2002)	CNT	T_{ruang}	4	0,05 g	10 mg/L	17,44 mg/g, 87,8%
(Li, et al. 2003)	MWCNT	T_{ruang}	5	0,05 g	10 mg/L	97,08 mg/g
(Tehrani, et al. 2014)	MWCNT	T_{ruang}	5	0,01	15 mg/L	71 mg/g

(Yang, et al. 2011)	CNT-oxidized	293 K	5	0,4 g	10 mg/L	28 mg/g
(Mubarak, et al. 2016)	CNT	T _{ruang}	4	0,09 g	2 mg/L	15,34 mg/g
(Reddad, et al. 2002)	Karbon aktif	303 K	5	0,06 g	5 mg/L	26,9 mg/g
(Reddad, et al. 2002)	Karbon aktif granular	303 K	5	0,06 g	5 mg/L	15,58 mg/g

1.5 Hipotesis

1. Kinerja adsorpsi logam berat menggunakan adsorben nano karbon lebih baik daripada adsorben adsorben karbon aktif (Dresselhaus and Endo, Relation of Carbon Nanotubes to Other Carbon Materials 2001)
2. Kapasitas adsorpsi logam berat Pb^{2+} dipengaruhi oleh pH larutan, dan terdapat pH optimum yang menghasilkan kapasitas adsorpsi paling besar saat berlangsung proses adsorpsi logam berat Pb^{2+} (Mahiya, Sharma and Lofrano 2016).
3. Kapasitas adsorpsi dipengaruhi oleh konsentrasi awal larutan logam berat Pb^{2+} . Maka, bila konsentrasi ion logam awal semakin rendah, maka jumlah ion logam yang akan terserap menjadi semakin tinggi (Mahiya, Sharma and Lofrano 2016).
4. Kapasitas adsorpsi dipengaruhi oleh jumlah adsorben yang dikontakan dengan larutan logam berat, sehingga semakin banyak jumlah adsorben yang dikontakan, maka jumlah adsorpsi logam berat Pb^{2+} juga akan semakin tinggi (Mahiya, Sharma and Lofrano 2016).
5. Kapasitas adsorpsi dipengaruhi oleh temperatur pengontakan, sehingga semakin tinggi temperatur kontak, maka jumlah adsorpsi logam berat Pb^{2+} yang dihasilkan juga akan semakin tinggi (Mahiya, Sharma and Lofrano 2016).

1.6 Tujuan

1. Mengetahui kinerja adsorben karbon nano dalam mengadsorpsi logam berat Pb^{2+} , dilihat dari kapasitas adsorpsinya.
2. Mengamati pengaruh pH larutan awal logam berat Pb^{2+} , jumlah adsorben, temperatur, dan konsentrasi awal larutan logam berat Pb^{2+} dalam larutan terhadap kinerja adsorpsi logam berat Pb^{2+} yang diadsorpsi oleh adsorben karbon nano.
3. Menentukan kapasitas adsorpsi dan parameter-parameter persamaan isothermal adsorpsi Langmuir dan Freundlich untuk proses adsorpsi larutan logam berat timbal (Pb^{2+}).
4. Menentukan kinetika adsorpsi dengan pendekatan pseudo orde 1 dan pseudo orde 2.

1.7 Manfaat Penelitian

1.7.1 Bagi peneliti

Dapat memahami mengenai sintesis karbon nano dengan metode *nebulized spray pyrolysis*. Selain itu dapat mengetahui pengaruh pH, jumlah adsorben, dan konsentrasi awal larutan logam berat terhadap proses adsorpsi.

1.7.2 Bagi industri

Dapat memberikan solusi untuk industri pengolahan limbah dalam proses adsorpsi logam berat dengan memproduksi karbon nano secara mandiri dengan biaya yang rendah.

1.7.3 Bagi ilmu pengetahuan dan teknologi

Dapat memberikan metode alternatif untuk mengolah limbah logam berat dengan biaya yang rendah.