

SINTESIS KARBON AKTIF DARI LIMBAH KULIT PISANG SEBAGAI ADSORBEN ION MANGAN

Laporan Penelitian

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

Oleh:

Ignatius Jonathan

(2015620037)

Pembimbing:

Tony Handoko, S.T., M.T.

Putri Ramadhany, S.T., M.Sc., PDEng.

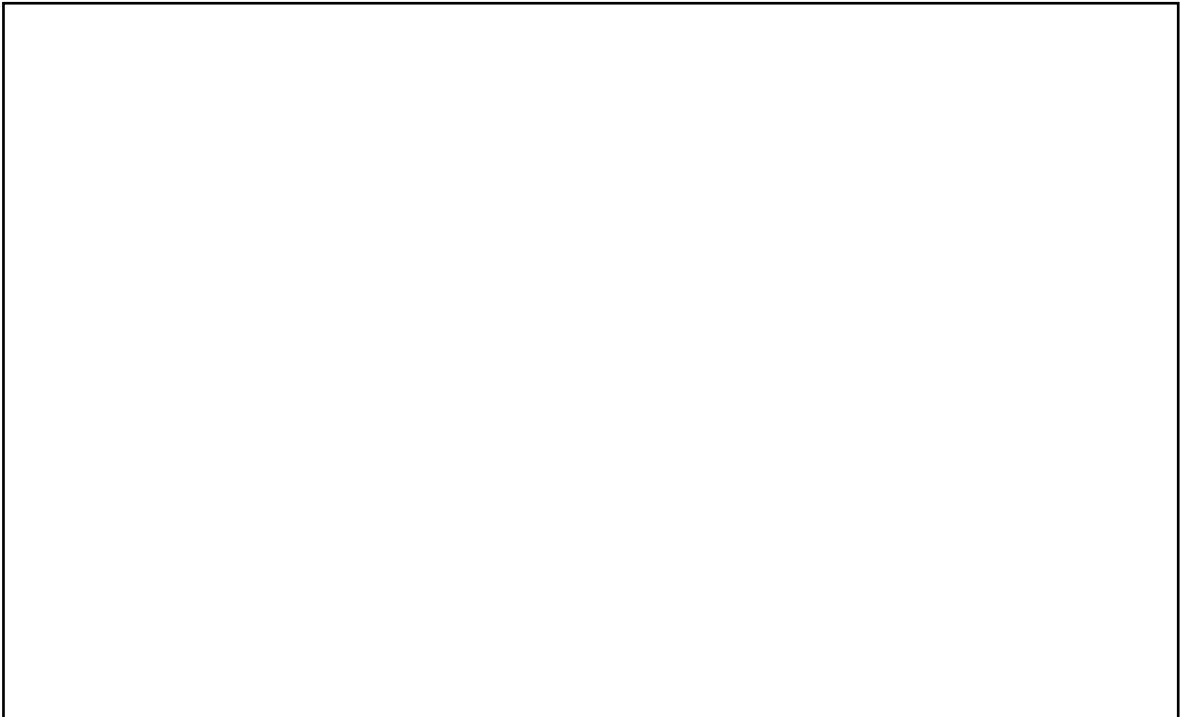


**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : SINTESIS KARBON AKTIF DARI LIMBAH KULIT PISANG
SEBAGAI ADSORBEN ION MANGAN**

CATATAN :



Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 25 Februari 2021

Pembimbing 1,



Tony Handoko, S.T., M.T.

Pembimbing 2,



Putri Ramadhany, S.T., M.Sc., PDEng.



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

SURAT PERNYATAAN

Saya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ignatius Jonathan

NRP : 6215037

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian dengan judul:

SINTESIS KARBON AKTIF DARI LIMBAH KULIT PISANG SEBAGAI ADSORBEN ION MANGAN

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari 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, 18 Februari 2021



Ignatius Jonathan
(2015620037)

LEMBAR REVISI

**JUDUL : SINTESIS KARBON AKTIF DARI LIMBAH KULIT PISANG
SEBAGAI ADSORBEN ION MANGAN**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 25 Februari 2021

Penguji 1,



Ratna Frida Susanti, Ph.D.

Penguji 2,



Ir. Y.I.P Arry Miryanti, M.Si.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga laporan penelitian yang berjudul “Sintesis Karbon Aktif dari Limbah Kulit Pisang sebagai Adsorben Ion Mangan” dapat selesai tepat pada waktunya. Penulisan laporan penelitian ini dilakukan guna memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Dalam penyusunan laporan penelitian ini tentu tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak, oleh sebab itu penulis secara khusus ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Tony Handoko, S.T., M.T. dan Ibu Putri Ramadhany, S.T., M.Sc., PDEng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, ilmu, waktu, serta saran selama proses penyusunan laporan penelitian ini.
2. Orang tua serta keluarga atas doa dan dukungannya, baik secara moral maupun material.
3. Teman-teman yang selalu memberi dukungan dan saran.
4. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang turut berkontribusi dalam penyusunan laporan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa laporan penelitian ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhir kata, penulis berharap agar laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 18 Februari 2021



Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
INTISARI.....	xi
ABSTRACT	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tema Sentral Masalah	3
1.3 Identifikasi Masalah.....	3
1.4 Premis	4
1.5 Hipotesis	6
1.6 Tujuan Penelitian	6
1.7 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pisang.....	7
2.2 Adsorben.....	8
2.3 Karbon Aktif.....	9
2.4 Mekanisme Pembuatan Karbon Aktif.....	12
2.4.1 Pre-Treatment.....	13
2.4.2 Karbonisasi.....	13
2.4.3 Aktivasi	14

BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Alat.....	17
3.2 Bahan	17
3.3 Prosedur Percobaan.....	17
3.3.1 Tahap Pre-Treatment Kulit Pisang.....	18
3.3.2 Sintesis Karbon Aktif	18
3.3.3 Proses Adsorpsi	20
3.4 Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian.....	21
BAB IV PEMBAHASAN	22
4.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum	22
4.2 Pembuatan Kurva Standar	22
4.3 Proses Adsorpsi.....	23
4.3.1 Pengaruh Jenis Aktivator terhadap Proses Adsorpsi.....	24
4.3.2 Pengaruh Konsentrasi Aktivator terhadap Proses Adsorpsi.....	25
4.3.3 Uji Signifikansi Metode <i>Least Significant Difference</i> (LSD)	26
4.3.4 Perbandingan Karbon Aktif dari Limbah Kulit Pisang terhadap Karbon Aktif Komersial	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA.....	30
LAMPIRAN A MATERIAL SAFETY DATA SHEET	33
A.1 Asam Sulfat (H ₂ SO ₄)	33
A.2 Asam Klorida (HCl).....	33
A.3 Asam Fosfat (H ₃ PO ₄).....	34
A.4 Karbon aktif	35
A.5 Kalium Permanganat (KMnO ₄)	35

LAMPIRAN B METODE ANALISA	37
B.1 Pembuatan Larutan Ion Mangan 100 ppm	37
B.2 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Larutan Ion Mangan.....	37
B.3 Pembuatan Kurva Standar	38
LAMPIRAN C HASIL ANTARA	39
C.1 Panjang Gelombang Maksimum	39
C.2 Pembuatan Kurva Standar	39
C.3 Proses Adsorpsi	40
C.4 Uji Dua Rata-rata ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$)	40
C.5 <i>Analysis of Variance</i> (ANOVA)	41
C.6 Uji Signifikansi Metode <i>Least Significant Difference</i> (LSD)	41
LAMPIRAN D CONTOH PERHITUNGAN	43
D.1 Pembuatan Larutan Mangan	43
D.2 Proses Adsorpsi.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Jumlah limbah kulit pisang yang dihasilkan di Indonesia tahun 2008-2017 ..	2
Gambar 2. 1	Persentase produksi pisang menurut provinsi tahun 2017	7
Gambar 2. 2	Struktur partikel adsorben	10
Gambar 2. 3	Mekanisme pembuatan karbon aktif	13
Gambar 3. 1	Tahap Pre-treatment	18
Gambar 3. 2	Tahap Karbonisasi.....	19
Gambar 3. 3	Tahap Aktivasi	19
Gambar 3. 4	Tahap Pemurnian	20
Gambar 3. 5	Proses Adsorpsi Larutan Mangan	20
Gambar 4. 1	Kurva Panjang Gelombang Maksimum	22
Gambar 4. 2	Kurva Standar	23
Gambar 4. 3	Pengaruh Konsentrasi Aktivator terhadap Proses Adsorpsi.....	26
Gambar B. 1	Diagram Alir Pembuatan Larutan Ion Mangan 100 ppm.....	37
Gambar B. 2	Diagram Alir Penentuan Panjang Gelombang Maksimum	38
Gambar B. 3	Diagram Alir Pembuatan Kurva Standar.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Perkembangan produksi pisang tahun 2008-2017	1
Tabel 2. 1 Komposisi mineral pada kulit pisang raja	8
Tabel 2. 2 Kandungan kulit pisang ambon	8
Tabel 2. 3 Karakteristik adsorben komersial	10
Tabel 2. 4 Data aktivasi dengan aktivator KOH dan CO ₂	16
Tabel 3. 1 Rencana Kerja Penelitian.....	21
Tabel 4. 1 Hasil Uji ANOVA 2 Parameter dengan Replikasi	24
Tabel 4. 2 Pengaruh Jenis Aktivator terhadap Proses Adsorpsi	25
Tabel 4. 3 Hasil Uji Signifikansi LSD	26
Tabel 4. 4 Perbandingan Karbon Aktif Limbah Kulit Pisang terhadap Karbon Aktif Komersial	27
Tabel 4. 5 Uji Dua Rata-rata	28

INTISARI

Karbon aktif merupakan salah satu adsorben yang sudah banyak digunakan dalam berbagai bidang industri yang salah satunya adalah sebagai zat penyerap logam berat dalam pengolahan limbah cair. Namun harga karbon aktif komersil yang cukup mahal menyebabkan munculnya pembuatan adsorben baru yang salah satunya berbahan baku kulit pisang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari variasi konsentrasi dan jenis aktivator yang digunakan terhadap kemampuan penyerapan karbon aktif yang dihasilkan dan untuk mengetahui kemampuan penyerapan ion logam Mn^{2+} antara karbon aktif yang dihasilkan terhadap karbon aktif komersial.

Pada penelitian ini, karbon aktif disintesis dari kulit pisang melalui beberapa tahapan, yaitu tahap *pretreatment*, karbonisasi, dan aktivasi. Pada tahap *pretreatment*, kulit pisang dicuci, lalu dikeringkan menggunakan oven pada suhu $110^{\circ}C$ hingga kadar air yang diperoleh sebesar 10%, kemudian dilakukan pengecilan ukuran, setelah itu dilakukan penyeragaman ukuran hingga ukuran 100 mesh. Karbonisasi kulit pisang dilakukan pada tekanan ruang, pada suhu $400^{\circ}C$, selama 90 menit. Aktivasi dilakukan dengan menggunakan tiga jenis asam pada tiga konsentrasi yang berbeda-beda. Variasi yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis aktivator, yaitu asam klorida (HCl), asam sulfat (H_2SO_4), dan asam fosfat (H_3PO_4), sementara konsentrasi aktivator yang digunakan sebesar 1M, 1,5M, dan 2M.

Karbon aktif yang dapat memberikan kemampuan penyerapan paling tinggi dalam menyerap larutan Mn^{2+} adalah karbon yang diaktivasi dengan aktivator HCl 2M. Berdasarkan hasil uji ANOVA, diketahui bahwa perbedaan jenis aktivator dan variasi konsentrasi aktivator memberikan efek yang signifikan terhadap proses penyerapan larutan Mn^{2+} . Konsentrasi aktivator yang semakin besar menyebabkan larutan Mn^{2+} yang terabsorpsi juga akan semakin besar.

Kata kunci: karbon aktif, adsorben, kulit pisang, Mn^{2+}

ABSTRACT

Activated carbon is one of the adsorbents that have been widely used in various industrial field, one of which is as an adsorbent for heavy metals in wastewater treatment. However, the high price of commercial activated carbon has led to the emergence of new adsorbent, one of which is made from banana peel. The purpose of this study was to determine the effect of variations in the concentration and type of activator used on the absorption ability of activated carbon produced and to determine the absorption ability of Mn^{2+} metal ions between activated carbon from banana peels waste against commercial activated carbon.

In this study, activated carbon was synthesized from banana peels through several stages, namely pretreatment, carbonization, and activation stages. In pretreatment stage, banana peels were washed, then dried using an oven at $110^{\circ}C$ until the moisture content obtained was 10%, then the size was reduced to 100 mesh. The banana peel carbonization was carried out at room pressure at $400^{\circ}C$ for 90 minutes. Activation is carried out using three types of acids at three different concentrations. The variations given in this study were the types of activators, namely hydrochloric acid (HCl), sulfuric acid (H_2SO_4), and phosphoric acid (H_3PO_4), while the activator concentrations used were 1M, 1.5M, and 2M.

Activated carbon that can provide the highest absorption performance in absorbing Mn^{2+} solutions is activated carbon with 2M HCl activator. Based on the ANOVA test results, it is known that the different types of activators and variations in the concentration of the activator have a significant effect on the absorption process of the Mn^{2+} solution. The greater the activator concentration, the greater the Mn^{2+} solution absorbed.

Keyword: activated carbon, adsorbent, banana peels, Mn^{2+}

BAB I

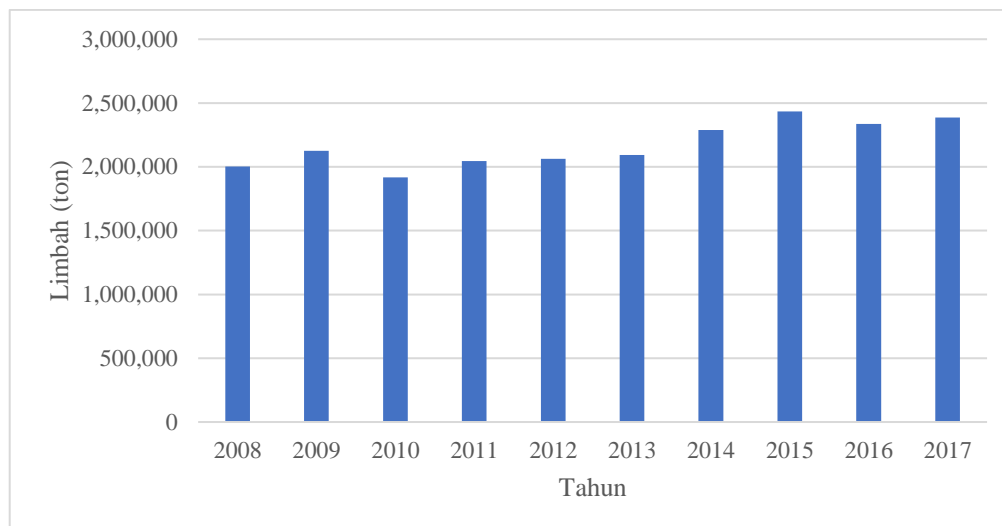
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman pisang merupakan tanaman yang dapat dengan mudah ditemukan di Indonesia. Jumlah produksi buah pisang di Indonesia disajikan dalam Tabel 1.1. Berbagai manfaat dapat diperoleh dari tanaman pisang, mulai dari bagian buah, daun, hingga kulitnya (Adinata, 2013). Menurut Sukowati (2013), 1/3 bagian dari buah pisang merupakan kulit dan sisanya adalah bagian buah. Buah pisang sering dikonsumsi karena rasanya yang manis dan dapat digunakan untuk mengobati beberapa jenis penyakit seperti maag, sembelit dan diare. Selain itu, buah pisang juga bermanfaat untuk membantu mengobati radang sendi dan juga anemia (Kumar, dkk., 2012). Bagian daunnya dapat digunakan sebagai pembungkus berbagai makanan tradisional Indonesia, sementara kulit pisang merupakan bagian yang masih jarang digunakan. Limbah kulit pisang diketahui mengalami peningkatan dari tahun 2008 hingga tahun 2017 seperti ditunjukkan pada Gambar 1.1. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan digunakan kulit pisang sebagai bahan baku utama pembuatan adsorben.

Tabel 1. 1 Perkembangan produksi pisang tahun 2008-2017 (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2017)

Tahun	Produksi (ton)
2008	6.004.615
2009	6.373.533
2010	5.755.073
2011	6.132.695
2012	6.189.052
2013	6.279.290
2014	6.862.568
2015	7.299.275
2016	7.007.125
2017	7.162.685



Gambar 1. 1 Jumlah limbah kulit pisang yang dihasilkan di Indonesia tahun 2008-2017

Saat ini, banyak industri berkembang di Indonesia yang menimbulkan berbagai masalah lingkungan, seperti polusi udara dan pencemaran air hasil limbah industri. Limbah cair yang dihasilkan dari industri memiliki kemungkinan mengandung ion logam yang dapat membahayakan ekosistem perairan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengolahan limbah dengan penggunaan adsorben untuk menghilangkan ion logam dari limbah (Bhattacharyya, dkk., 2006).

Karbon aktif merupakan jenis adsorben yang paling sering digunakan untuk menghilangkan ion logam karena karbon aktif memiliki luas permukaan spesifik yang tinggi dan memiliki afinitas yang tinggi terhadap logam. Namun, karena harganya yang mahal menyebabkan munculnya pengembangan adsorben baru dengan karakteristik yang hampir menyerupai karbon aktif, yaitu dengan menggunakan limbah dari pertanian (Özcan, dkk., 2005).

Menurut Auta (2011), penggunaan adsorben berbasis limbah pertanian menunjukkan prospek yang sangat menjanjikan karena ketersediaannya yang melimpah, dapat terbarukan, harga yang relatif murah, dan juga ramah lingkungan. Penggunaan limbah kulit pisang sebagai adsorben merupakan salah satu langkah untuk mengurangi jumlah limbah kulit pisang dan juga untuk memaksimalkan manfaat yang dapat diperoleh dari tanaman pisang. Pengolahan limbah kulit pisang menjadi adsorben dapat dilakukan melalui beberapa tahapan proses, dimulai dari pencucian kulit pisang, pengecilan ukuran, pengeringan, karbonisasi, hingga proses aktivasi dengan menggunakan beberapa jenis aktivator seperti H_2SO_4 , H_3PO_4 , HCl, dan sebagainya (Jubilate, dkk., 2016).

Banyak penelitian yang telah membuat karbon aktif dari berbagai jenis bahan baku biomassa, namun penelitian untuk menyerap ion logam Mn^{2+} menggunakan bahan baku kulit pisang masih jarang ditemukan. Oleh sebab itu, peneliti mencoba membuat karbon aktif dari kulit pisang untuk melihat potensi kulit pisang sebagai adsorben untuk menyerap ion logam Mn. Kulit pisang yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah kulit pisang ambon.

1.2 Tema Sentral Masalah

Saat ini, banyak industri yang menggunakan karbon aktif komersial untuk pengolahan limbahnya. Karbon aktif komersial ini memiliki cukup banyak kekurangan sehingga muncul alternatif baru, yaitu karbon aktif dari biomassa. Kulit pisang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif karena pada kulit pisang banyak mengandung karbohidrat. Pengaruh jenis aktivator dan konsentrasi aktivator yang digunakan dalam pembuatan karbon aktif dari limbah kulit pisang dan juga perbandingannya dengan karbon aktif komersial terhadap kemampuan penyerapan larutan mangan, akan menjadi fokus utama dalam penelitian ini.

1.3 Identifikasi Masalah

1. Bagaimana pengaruh jenis aktivator dalam sintesis karbon aktif terhadap kemampuan penyerapan ion logam Mn^{2+} ?
2. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi aktivator yang digunakan dalam sintesis karbon aktif terhadap kemampuan penyerapan ion logam Mn^{2+} ?
3. Bagaimana perbandingan kemampuan penyerapan antara karbon aktif berbahan dasar limbah kulit pisang dengan karbon aktif komersial?

1.4 Premis

No	Pustaka	Bahan baku	Variabel	Proses	Kondisi Operasi	Hasil
1	Adinata, M. R. (2013)	Kulit pisang	<ul style="list-style-type: none"> • Aktivator: H₂SO₄, KOH, dan ZnCl₂ 2N • Waktu perendaman: 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5 jam 	Karbonisasi	Karbonisasi (400°C, 90 menit)	<ul style="list-style-type: none"> • Daya serap terhadap iodin dengan aktivator H₂SO₄ selama 2,5 jam sebesar 45,684%
2	Andreas, A., dkk. (2014)	Kulit pisang raja bulu (<i>Musa paradisiaca</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Aktivator H₃PO₄ ; Modifikasi dengan H₂SO₄ • Suhu karbonisasi: 700°C dan 800°C • Massa karbon aktif : volume larutan H₃PO₄ (1:6, 1:7, 1:8) • Zat warna: metilen biru, metil jingga, drimaren dark red (DDR) 	Karbonisasi	Karbonisasi (1 jam) ; waktu perendaman (24 jam)	<ul style="list-style-type: none"> • Pada suhu 800°C dan rasio FS 1:6, diperoleh karbon aktif dengan luas permukaan sebesar 586,818 m²/gr dan nilai yield overall sebesar 25,698%. • Modifikasi dengan H₂SO₄ memperkecil luas permukaan dan diameter pori • Tanpa modifikasi: dapat menyerap metilen biru dengan baik, diikuti oleh metilen jingga dan DDR. • Dengan modifikasi: kinetika adsorpsi metilen biru lebih cepat mencapai kesetimbangan, namun hanya dapat menyerap DDR dalam jumlah sedikit.

No	Pustaka	Bahan baku	Variabel	Proses	Kondisi Operasi	Hasil
3	Jubilate, F., dkk. (2016)	Kulit pisang kepok	<ul style="list-style-type: none"> • Aktivator: H₂SO₄, HCl, H₃PO₄ 3M • Massa adsorben: 1g, 2g, 3g, 4g) • pH: 3, 4, 5, 6 • Waktu penyerapan: 5, 10, 30, 60 menit 	Karbonisasi	Karbonisasi (400°C, 2 jam) ; waktu perendaman 7 jam	<ul style="list-style-type: none"> • Kandungan ion Fe(II) dapat menurun sebanyak 88.47% dengan adsorben yang telah diaktivasi dengan HCl sebanyak 3g, pada pH 4, dan waktu kontak 10 menit.
4	Hossain, M. A., dkk. (2007)	Kulit pisang Cavendish	<ul style="list-style-type: none"> • pH (1,18-13,5) • Ukuran adsorben (600, 420, 300, 150, 75 dan <75 μ) • Konsentrasi adsorben (0,05, 0,1, 0,2, 0,5 dan 1 g/100ml) • Waktu kontak (0-180 menit) 	Pengeringan (oven)	Pengeringan (105°C, 24 jam)	<ul style="list-style-type: none"> • Dengan 0,5g/100ml adsorben yang berukuran 75μ, pada pH 6,5, dan waktu kontak 1 jam, diperoleh kapasitas adsorpsi Cu(II) maksimum sebesar 20,37 mg/g
5	Prastuti, O. P., dkk. (2019)	Kulit Pisang (Musa paradisiaca)	<ul style="list-style-type: none"> • Aktivator: NaOH 0,5N dan 0,1N • Ukuran pori adsorben: 9,34 nm dan 13,94 nm 	Pengeringan (sinar matahari dan oven)	Sinar matahari (2 hari) ; oven (80°C, 18 jam) ; waktu adsorpsi: 120 menit	<ul style="list-style-type: none"> • Karbon aktif dapat menyerap Cu sebesar 55,5% dan Cr sebesar 61% • Rata-rata kapasitas adsorpsi untuk zat warna sebesar 12,21%
6	Mondal, N. K., dkk. (2018)	Kulit Pisang	<ul style="list-style-type: none"> • pH: 3 - 12 • Konsentrasi awal Congo Red: 20 mg/L – 40 mg/L • Jumlah adsorben: 0,5 g/80 mL – 1,5 g/80 mL • Pengadukan: 100 – 600 rpm • Suhu: 32 - 60°C 	Pengeringan (sinar matahari dan oven)	Sinar matahari (5 jam) ; oven (70°C, 24 jam)	<ul style="list-style-type: none"> • Penyerapan Congo Red pada pH tinggi (pH 10) • Kapasitas penyerapan: 1721 mg/g

1.5 Hipotesis

1. Semakin besar konsentrasi aktivator yang digunakan maka semakin besar pula kemampuan penyerapan karbon aktif yang dihasilkan.
2. Penggunaan aktivator HCl akan menghasilkan karbon aktif dengan kemampuan penyerapan yang paling tinggi.

1.6 Tujuan Penelitian

1. Mempelajari pengaruh jenis aktivator pada proses aktivasi terhadap kemampuan penyerapan karbon aktif yang dihasilkan.
2. Mempelajari pengaruh variasi konsentrasi aktivator terhadap kemampuan penyerapan karbon aktif yang dihasilkan.
3. Mempelajari kemampuan penyerapan karbon aktif berbahan dasar limbah kulit pisang jika dibandingkan dengan karbon aktif komersial.

1.7 Manfaat Penelitian

1. Manfaat bagi negara
Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu mengurangi kerusakan lingkungan akibat limbah yang dihasilkan akibat aktivitas industri.
2. Manfaat bagi industri
Memberikan ide alternatif dalam pembuatan adsorben yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan.
3. Manfaat bagi masyarakat
Menambah wawasan masyarakat bahwa sebagian besar limbah dapat diolah menjadi barang yang berguna dan memiliki nilai jual.