

**PREPARASI KARBON AKTIF DARI LIMBAH BATANG
KELAPA SAWIT DENGAN AKTIVASI ULTRASONIK
SEBAGAI ADSORBEN *RHODAMIN B***

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains*



Oleh :

**RIFAAT ALFAIRUZ
17036058/2017**

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021**

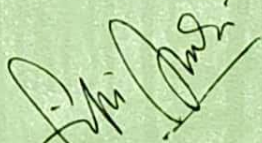
PERSETUJUAN SKRIPSI

PREPARASI KARBON AKTIF DARI LIMBAH BATANG KELAPA SAWIT DENGAN AKTIVASI ULTRASONIK SEBAGAI ADSORBEN RHODAMIN B

Nama : Rifaat Alfairuz
NIM : 17036058
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Juni 2021

Mengetahui:
Ketua Jurusan Kimia



Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 19800819 200912 2 002

Disetujui Oleh:
Pembimbing



Miftahul Khair, S.Si., M.Sc., Ph.D
NIP. 19770912 200312 1 004

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Rifaat Alfairuz
NIM : 17036058
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

PREPARASI KARBON AKTIF DARI LIMBAH BATANG KELAPA SAWIT DENGAN AKTIVASI ULTRASONIK SEBAGAI ADSORBEN RHODAMIN B

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi

Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

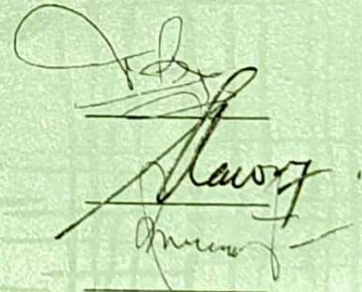
Universitas Negeri Padang

Padang, Juni 2021

Tim Penguji

Nama
Ketua : Miftahul Khair, S.Si., M.Sc., Ph.D
Anggota : Dr. Mawardi, M.Si
Anggota : Dr. Indang Dewata, M.Si

Tandatangan



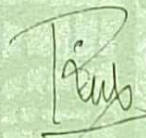
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, tugas akhir berupa skripsi dengan judul "Preparasi Karbon Aktif dari Limbah Batang Kelapa Sawit Dengan Aktivasi Ultrasonik Sebagai Adsorben Rhodamin B", adalah asli karya sendiri.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya, tanpa bantuan pihak lain, kecuali pembimbing.
3. Di dalam karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada kepustakaan.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, Juni 2021

Yang membuat pernyataan



Rifaat Alfairuz
17036058

PREPARASI KARBON AKTIF DARI LIMBAH BATANG KELAPA SAWIT DENGAN AKTIVASI ULTRASONIK SEBAGAI ADSORBEN *RHODAMIN B*

Rifaat Alfairuz

ABSTRAK

Pembuatan karbon aktif dari limbah batang kelapa sawit dengan menggunakan gelombang ultrasonik sebagai aktivator telah berhasil dilakukan. Tahap karbonisasi dilakukan pada suhu 250°C selama 75 menit. Aktivasi fisika dengan ultrasonik (35 Watt, 42 kHz) selama 20 menit mampu meningkatkan bilangan iod dari 330,06 mg/g menjadi 799,14 mg/g dan sesuai dengan SNI No.06-3730-1995 untuk karbon aktif. Spektro FTIR menunjukkan bahwa karbon aktif batang kelapa sawit memiliki gugus fungsi O-H pada bilangan gelombang 3077,61-3079,30 cm^{-1} , C=C pada bilangan gelombang 1590,29-1591,30 cm^{-1} , C-O pada bilangan gelombang 1212,42-1216,83 cm^{-1} . Karbon aktif yang dihasilkan memiliki daya serap optimum Rhodamin B sebesar 4,537 mg/g pada konsentrasi 250 ppm selama 90 menit. Mekanisme isoterm adsorpsi cenderung mengikuti persamaan Langmuir dengan koefisien korelasi (R^2)= 0,9985.

Kata kunci : batang kelapa sawit, karbon aktif, ultrasonik, Rhodamin B, adsorpsi

PREPARATION OF ACTIVATED CARBON FROM OIL PALM TRUNK WITH ULTRASONIC ACTIVATION AS ADSORBENT OF RHODAMIN B

Rifaat Alfairuz

ABSTRACT

The preparation of activated carbon from oil palm trunk waste using ultrasonic wave as activator has been successfully performed. The carbonization step was conducted at a temperature of 250°C for 75 minutes. Physical activation with ultrasonic (35 Watt, 42 kHz) for 20 minutes was able to increase the iodine number from 330.06 mg/g to 799.14 mg/g and was in accordance with SNI No.06-3730-1995 for activated carbon. FTIR spectra shows that the activated carbon of oil palm trunk has functional group O-H at wave number 3077,61-3079,30 cm^{-1} , C=C at wavenumber 1590,29-1591,1 cm^{-1} , C-O at wavenumber 1212,42-1216,83 cm^{-1} . The activated carbon produced had an optimum absorption capacity for Rhodamine B of 4,537 mg/g at a concentration of 250 ppm for 90 minutes. The adsorption isotherms mechanisms tend to follow the Langmuir equation with a correlation coefficient (R^2)= 0.9985.

Key words: *oil palm trunk, activated carbon, ultrasonic, Rhodamin B, adsorption*

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberi kekuatan dan kesabaran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Preparasi Karbon Aktif dari Limbah Batang Kelapa Sawit dengan Aktivasi Ultrasonik Sebagai Adsorben *Rhodamin B*”**. Skripsi ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan kelulusan dalam rangka memperoleh gelar sarjana S-1 pada program studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, petunjuk, arahan dan masukan yang berharga dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Miftahul Khair, S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku pembimbing sekaligus penasehat akademik yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya skripsi ini.
2. Ibu Fitri Amelia, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Kimia Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Dr. Mawardi, M.Si dan Bapak Dr. Indang Dewata, M.Si. selaku dosen penguji
5. Bapak dan ibu staf pengajar serta seluruh staf akademik dan non akademik Jurusan Kimia FMIPA UNP.
6. Orang tua penulis yang telah memberikan semangat serta dorongan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

7. Teman-teman kimia angkatan 2017 yang telah membantu dalam pembuatan skripsi ini.
8. Sintha Hafizhah Yonel yang tidak pernah bosan untuk selalu mendukung dan memberikan semangat yang lebih dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini, terdapat banyak kekurangan dan kelemahan yang dimiliki penulis baik itu sistematik penulisan maupun penggunaan bahasa. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak yang bersifat membangun demi penyempurnaan skripsi ini kedepannya. Atas kritik dan saran yang diberikan penulis mengucapkan terimakasih.

Padang, Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	2
C. Batasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah	3
E. Tujuan Penelitian	3
F. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Batang Kelapa Sawit	5
B. Karbon Aktif	8
C. Metoda Sonikasi	12
D. <i>Rhodamin B</i>	14
E. Adsorpsi	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
A. Waktu dan Tempat Penelitian	18
B. Objek Penelitian	18
C. Variabel Penelitian	18
D. Alat dan Bahan	19
1. Alat	19
2. Bahan	19
E. Prosedur Kerja	19
1. Proses pembuatan karbon aktif dari batang kelapa sawit	19
2. Uji Adsorpsi <i>Rhodamin B</i>	20

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
A. Karakterisasi Karbon Aktif Secara Proksimat	21
B. Karakterisasi Karbon Aktif Optimum dengan FTIR.....	28
C. Kapasitas Penyerapan Karbon Aktif terhadap <i>Rhodamin B</i>	30
BAB V PENUTUP.....	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	HALAMAN
1. Pohon Kelapa Sawit	5
2. Batang Kelapa Sawit	6
3. Ganoderma pada Batang Kelapa Sawit.....	7
4. Struktur (a) Lignin, (b) Selulosa, (c) Hemiselulosa	8
5. Karbon aktif	9
6. Struktur karbon aktif	9
7. Alat Ultrasonik	13
8. Gelombang kavitasi pada sistem heterogen	14
9. Gelombang kavitasi pada sistem homogen	14
10. Struktur <i>Rhodamin B</i>	15
11. Kadar air sebelum diaktivasi	22
12. Kadar air setelah diaktivasi	23
13. Kadar abu sebelum diaktivasi	24
14. Kadar abu setelah diaktivasi	24
15. Kadar zat mudah menguap sebelum diaktivasi	25
16. Kadar zat mudah menguap setelah diaktivasi	25
17. Kadar karbon terikat sebelum diaktivasi.....	26
18. Kadar karbon terikat setelah diaktivasi	26
19. Daya serap iod sebelum diaktivasi	27
20. Daya serap iod setelah diaktivasi	27
21. Spektra FTIR karbon dan karbon aktif dari batang sawit	28
22. Kurva Standar.....	30
23. Pengaruh waktu terhadap jumlah <i>Rhodamin B</i> yang terserap menggunakan karbon aktif batang kelapa sawit.....	31
24. Pengaruh konsentrasi terhadap jumlah <i>Rhodamin B</i> yang terserap menggunakan karbon aktif batang kelapa sawit	32
25. Kurva Isoterm Langmuir	33
26. Kurva Isoterm Freundlich	33

DAFTAR TABEL

TABEL	HALAMAN
1. Kandungan Batang Kelapa Sawit.....	6
2. Standar Mutu Karbon Aktif Berdasarkan SNI No. 06-3730-1995	9
3. Karakteristik Karbon Aktif Berdasarkan Uji Proksimat	22
4. Variasi suhu karbonisasi 250°C	50
5. Variasi suhu karbonisasi 300°C	50
6. Variasi suhu karbonisasi 350°C	50
7. Kadar Air.....	51
8. Kadar Abu	51
9. Kadar zat mudah menguap.....	52
10. Kadar karbon terikat.....	52
11. Daya serap iod.....	53
12. Absorbansi larutan standar	56
13. Penentuan waktu optimum.....	56
14. Pengaruh konsentrasi larutan	57

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri kelapa sawit merupakan salah satu industri terbesar di Indonesia, yang menghasilkan limbah padat dan cair. Limbah padat seperti batang kelapa sawit belum dimanfaatkan dengan baik, dan bisa menjadi masalah lingkungan. Oleh karena itu diperlukan cara untuk mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah batang kelapa sawit serta menjadikan limbah batang kelapa sawit bernilai ekonomis, diantaranya dengan menjadikannya karbon aktif (Ibrahim and Ismail, 2012). Komposisi kimia seperti selulosa, lignin dan hemiselulosa yang terdapat dalam limbah batang kelapa sawit menjadikannya cocok digunakan sebagai bahan pembuatan karbon aktif (Saucier, *et al*, 2015).

Karbon aktif merupakan adsorben padat berbentuk tidak beraturan yang dapat diproduksi dari bahan yang kaya akan kandungan karbon. Karbon aktif memiliki porositas dan luas permukaan yang besar sehingga dapat digunakan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi pada pengolahan limbah. Preparasi karbon aktif terdiri dari proses dehidrasi, karbonisasi dan aktivasi (Stikes, Rezky and Email, no date). Dehidrasi merupakan tahap pengurangan kadar air dalam bahan baku. Karbonisasi merupakan tahap pembentukan karbon, sedangkan aktivasi merupakan tahap peningkatan kualitas karbon yang dapat dilakukan secara fisika maupun kimia. Aktivasi fisika menghasilkan karbon dengan porositas yang lebih tinggi dan sifat yang berkembang. Salah satu metoda yang dapat digunakan untuk aktivasi fisika dari karbon adalah penggunaan gelombang ultrasonik (sonikasi) (Saucier, *et al*, 2015).

Sonikasi memiliki keunggulan karena prosesnya yang relatif cepat, murah dan meminimalisir pemakaian zat kimia sehingga memenuhi aspek kimia hijau. Interaksi panas dari proses kavitasi karena iradiasi ultrasonik akan meningkatkan luas permukaan dan menghilangkan pengotor pada pori-pori karbon (Milenković, Dašić and Veljković, 2009).

Karbon aktif dapat digunakan untuk proses adsorpsi zat warna, salah satunya adalah *Rhodamin B*. *Rhodamin B* merupakan zat warna yang sering digunakan pada industri tekstil. Apabila zat warna ini mencemari lingkungan perairan akan merusak ekosistem. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan penelitian mengenai adsorpsi limbah *Rhodamin B* menggunakan adsorben karbon aktif dari batang kelapa sawit (Yamlean, 2011).

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, didapatkan identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Diperlukannya alternatif dalam penanganan limbah zat warna salah satunya dengan adsorben dari karbon aktif.
2. Belum maksimalnya pemanfaatan karbon aktif sebagai adsorben.
3. Mengidentifikasi hasil aktivasi karbon aktif dari limbah batang kelapa sawit menggunakan gelombang ultrasonik.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka batasan masalah ini adalah:

1. Proses aktivasi karbon yang digunakan adalah aktivasi fisika menggunakan ultrasonik dengan penambahan akuades dan karbon dengan perbandingan 5:1. Variasi waktunya yaitu 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 menit.
2. Uji karakterisasi karbon aktif secara proksimat dan FTIR
3. Uji karbon aktif batang kelapa sawit terhadap adsorpsi zat warna *Rhodamin B*

D. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh aktivasi secara fisika menggunakan gelombang ultrasonik terhadap pembuatan karbon aktif?
2. Bagaimana karakteristik karbon aktif limbah batang kelapa sawit menggunakan FTIR?
3. Bagaimana jumlah Rhodamin B yang terserap oleh karbon aktif batang kelapa sawit?

E. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh aktivasi menggunakan gelombang ultrasonik terhadap pembuatan karbon aktif.
2. Mengetahui karakteristik karbon aktif dari limbah batang kelapa sawit secara proksimat dan FTIR.
3. Mengetahui jumlah Rhodamin B yang terserap oleh karbon aktif batang kelapa sawit.

F. Manfaat Penelitian

1. Memberikan pengetahuan bagaimana pengaruh gelombang ultrasonik dalam proses aktivasi karbon.
2. Memberikan informasi uji karakteristik karbon aktif optimum dari hasil preparasi.
3. Memberikan informasi mengenai jumlah Rhodamin B yang terserap oleh karbon aktif batang kelapa sawit.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Batang Kelapa Sawit

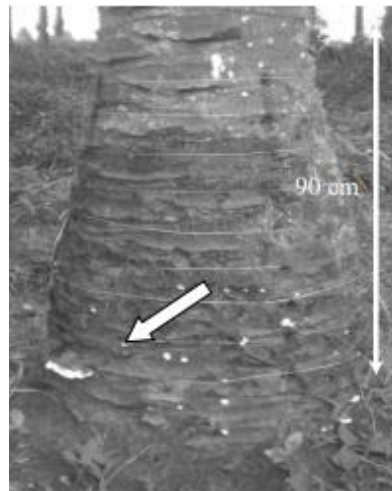
Kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) seperti yang dilihat pada gambar 1 merupakan suatu sumber nabati yang berasal dari famili: *Palmaceae*; subfamily: *Coccoideae*; ordo: *Palmales*. Potensi kelapa sawit di Indonesia cukup besar dan penyebaran perkebunan kelapa sawit telah berkembang di beberapa provinsi di Indonesia (Efendi, & Wachjar, 2017). Kelapa sawit berperan penting dalam perekonomian di Indonesia. Saat ini Indonesia menjadi penghasil minyak sawit terbesar di dunia. Minyak sawit yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk perindustrian misalnya kosmetik, makanan, biodiesel dan tekstil (Agus Suandi, 2016).

Kelapa sawit merupakan tanaman jenis monokotil yang tidak mempunyai cabang. Kelapa sawit memiliki bagian-bagian yang berbeda yaitu batang, pelepah, cangkang, tandan kosong dan ampas buah. Kelapa sawit memiliki umur sekitar kurang lebih 12 tahun atau bisa dilihat dari kematangan buah yang dihasilkan, serta memiliki batang yang tertutup oleh pelepah daun (Hoseinzadeh Hesas *et al.*, 2013).



Gambar 1. Pohon Kelapa Sawit (Hoseinzadeh Hesas *et al.*, 2013).

Banyaknya limbah kelapa sawit yang tersedia menjadikan limbah tersebut khususnya limbah batang kelapa sawit yang digunakan untuk pembuatan karbon aktif. Limbah batang kelapa sawit sering digunakan karena memiliki beberapa keuntungan yaitu ketersediaan yang banyak dan memiliki biaya yang cukup rendah namun produk yang dihasilkan cukup baik dan nilai ekonomisnya juga cukup tinggi (Najmie, Khalid & Jusoh, 2011).



Gambar 2. Batang Kelapa Sawit (Sidek, & Jusoh, 2011).

Komposisi dari batang kelapa sawit ini merupakan bagian yang dimanfaatkan untuk dijadikan karbon (Ahmad, 2007). Adapun komposisi dari batang kelapa sawit dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Batang Kelapa Sawit

Sifat yang terkandung	Persentase (%)
Air	12.05
Selulosa	30.77
Holoselulosa	22.28
Pentosa	10.06
Hemiselulosa	16.40
Lignin	12.50

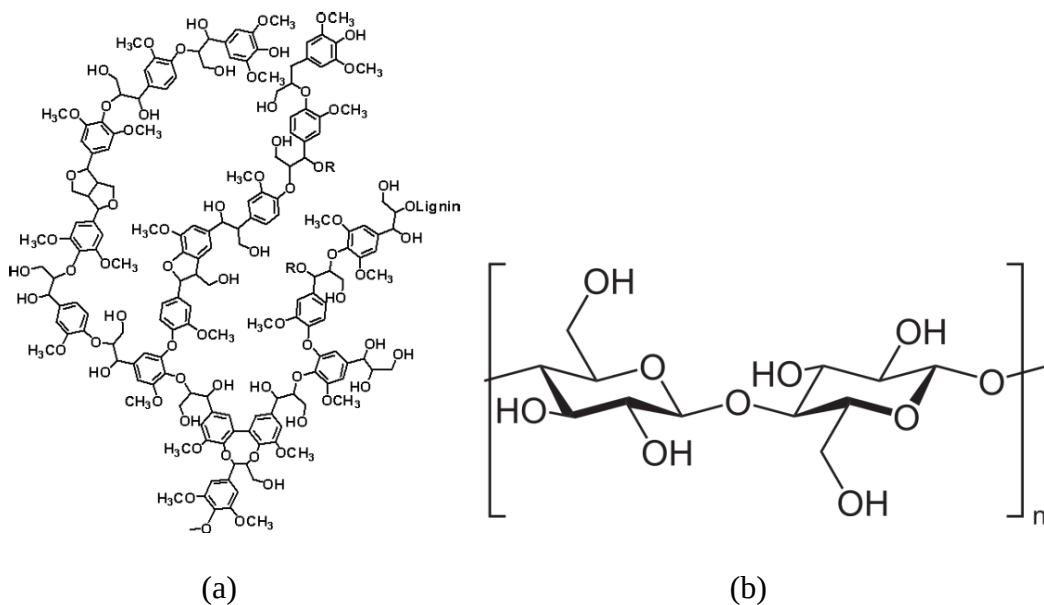
Sumber: (Abdullah, & Biak, 2010).

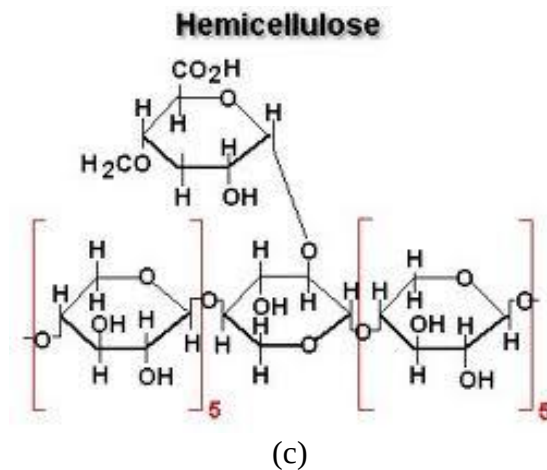
Batang kelapa sawit belum bisa dioptimalkan dengan baik sebagai limbah biomassa. Jika tidak dimanfaatkan dengan baik, limbah batang kelapa sawit akan semakin menimbulkan masalah limbah (Jaya and Khair, 2020) dan akan memberikan masalah yaitu sarang bagi serangga dan penyakit *Ganoderma* yang dapat menyerang tanaman (Zulfian, 2015).



Gambar 3. *Ganoderma* pada Batang Kelapa Sawit (Najmie *et al.*, 2011).

Pada gambar 4 dapat dilihat komposisi dari batang kelapa sawit.





Gambar 4. Struktur (a) Lignin, (b) Selulosa, (c) Hemiselulosa

B. Karbon Aktif

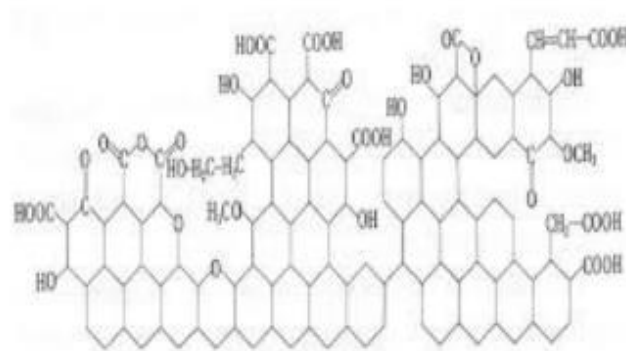
Karbon aktif merupakan karbon yang memiliki struktur dengan ruang cukup tinggi serta memiliki luas permukaan sebesar 300-4000 m²/g. Karbon aktif memiliki susunan atom karbon yang berikatan kovalen dan berbentuk heksagonal. Struktur mikrokristalin pada karbon aktif terbentuk selama proses karbonisasi dan tersusun secara acak serta memiliki struktur berpori namun kerapatan yang relatif rendah (Liew *et al.*, 2018).

Karbon aktif biasa digunakan sebagai adsorben atau penyerap dalam pengolahan fasa cair dan gas seperti yang mengandung karakteristik struktur berpori dalam sebuah adsorben. Sebagian besar sektor industri seperti farmasi, nuklir, pertambangan minyak bumi, pengolahan air, makanan dan minuman menggunakan karbon aktif diunit pengolahannya. Penerapan karbon aktif dalam industri semacam itu sangat dibutuhkan karena kimia permukaan dan karakteristik dari adsorben karbon ini (Rugayah, Astimar and Norzita, 2014).



Gambar 5. Karbon aktif

Sifat fisika dari karbon aktif seperti ukuran pori dan struktur pori, biasanya digunakan dalam mengukur kualitas karbon aktif, tetapi kualitas ini sangat tergantung pada sifat dan proses sintesis karbon aktif. Sintesis karbon aktif memiliki beberapa tahap seperti tahap dehidrasi, tahap karbonisasi dan tahap aktivasi (Rugayah, Astimar and Norzita, 2014).



Gambar 6. Struktur karbon aktif (Handika, Maulina and Mentari, 2017)

Menurut SNI No. 06-3730-1995 kualitas karbon aktif yang baik memiliki karakteristik sebagai berikut.

Tabel 2. Standar Mutu Karbon Aktif Berdasarkan SNI No. 06-3730-1995

Jenis Uji	Persyaratan	
	Butiran	Serbuk
Kadar air	Mak. 4,5%	Mak. 15%
Kadar abu	Mak. 2,5%	Mak. 10%
Kadar zat menguap	Mak. 15%	Mak. 25%
Kadar karbon terikat minimal	Min. 80%	Min. 65%
Daya serap terhadap iod	Min. 750 mg/g	Min. 750 mg/g

Pembuatan karbon aktif melalui beberapa tahapan, yaitu:

1. Tahap Dehidrasi

Tahap dehidrasi merupakan suatu tahapan untuk menghilangkan kadar air yang terkandung dari suatu sampel atau bahan baku. Tahap ini dilakukan dengan cara pemanasan menggunakan oven. Hasil dari proses dehidrasi ini adalah bahan baku kering karena kadar air yang terkandung dalamnya sudah terdehidrasi (Kristianto, 2017).

2. Tahap Karbonisasi

Karbonisasi merupakan proses pengarangan karbon pada temperatur tertentu dengan jumlah oksigen yang terbatas yang biasa disebut dengan pirolisis. Proses karbonisasi ini bertujuan untuk menghilangkan senyawa kimia yang bersifat volatil yang menutupi pori-pori karbon. Dengan hilangnya zat tersebut akan membuat pori-pori karbon terbuka.

Pembentukan struktur dan pori-pori pada karbon aktif dapat terganggu dengan adanya heteroatom seperti oksigen dan hidrogen. Unsur yang tidak mengandung karbon seperti oksigen, nitrogen dan hidrogen akan teroksidasi pada saat proses karbonisasi sehingga jumlah pengotor dalam bahan baku akan berkurang dan akan menghasilkan massa karbon yang konstan (Putu *et al.*, 2019)

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses karbonisasi, yaitu:

- 1) Temperatur. Temperatur dapat mempengaruhi proses karbonisasi. Karena temperatur tinggi yang digunakan akan menghasilkan pori-pori karbon yang besar dan juga meningkatkan luas permukaan.
- 2) Waktu. Waktu juga mempengaruhi proses karbonisasi. Karena semakin lama waktu karbonisasi maka terjadi penurunan luas permukaan dari karbon

dikarenakan pori-pori melebar dan struktur pori mengalami kerusakan (Kristianto, 2017).

3. Tahap Aktivasi

Tahap aktivasi merupakan suatu perubahan luas permukaan karbon menjadi lebih besar karena bebasnya hidrokarbon yang menyumbat pori-pori. Bertujuan untuk membuka pori-pori karbon dengan memecahkan ikatan hidrokarbon sehingga karbon dapat mengalami perubahan fisika maupun perubahan kimia, yaitu luas permukaan karbon bertambah besar dan sangat berpengaruh pada proses penyerapan (Hartanto, 2010).

Tahap aktivasi dibagi menjadi dua, yaitu:

a. Aktivasi kimia

Merupakan pengaktifan karbon menggunakan larutan kimia baik bersifat asam (H_2SO_4 dan H_3PO_4), basa (NaOH dan KOH) maupun garam (NaCl dan HCl). Penggunaan bahan kimia menyebabkan ikatan antara lignin dan selulosa pada karbon yang telah dikarbonisasi menjadi lebih luas (Putu *et al.*, 2019). Pada proses aktivasi kimia ini tidak terlalu signifikan dalam pengurangan massa karena tidak merusak struktur karbon (Kristianto, 2017).

b. Aktivasi fisika

Aktivasi fisika merupakan proses lanjutan setelah dilakukannya proses karbonisasi. Selama proses aktivasi fisika pori-pori karbon akan meluas dan memiliki tingkat porositas yang tinggi (Liew *et al.*, 2018). Pada proses aktivasi fisika ini biasanya menggunakan suhu tinggi dengan waktu yang cukup lama sehingga dibutuhkan suatu metoda pemanasan yang optimal untuk dapat

mengurangi waktu pemanasan. Metoda yang digunakan adalah metoda sonikasi (Veljković, 2009).

C. Metoda Sonikasi

Sonikasi merupakan suatu ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan efek kimia dari ultrasonik. Metoda sonikasi ini digunakan sebagai media aktivasi dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Metoda ini memanfaatkan gelombang ultrasonik yang diubah menjadi getaran fisik oleh generator listrik ultrasonik sehingga menghasilkan efek kavitasi (Ardekani *et al.*, 2017).

Diketahui secara luas bahwa daya ultrasonik memiliki potensi besar untuk digunakan dalam pembersihan. Diberbagai bidang industri seperti elektrokimia, teknologi pangan, nanoteknologi, sintesis kimia, ekstraksi, dispersi padatan, pemisahan fase dan pengolahan air limbah (Şayan, 2006).

Ultrasonik dapat meningkatkan perpindahan massa dan menghasilkan efek mekanis serta kimiawi dalam sistem padat dan cair karena kavitasi, yang berarti pembentukan, pertumbuhan dan runtuhnya gelombang mikro dalam cairan secara implosif. Ultrasonik telah banyak digunakan untuk membantu adsorpsi dan regenerasi karbon aktif. Akan tetapi penggunaan ultrasonik untuk preparasi karbon aktif masih langka (Hoseinzadeh Hesas *et al.*, 2013). Oleh sebab itu, efek pengenalan ultrasonik pada impregnasi asam pada sifat karbon aktif tidak diketahui. Mengingat bahwa aktivator asam sangat berbeda dengan yang bersifat, maka perlu untuk menyelidiki efeknya (Zhang *et al.*, 2018).



Gambar 7. Alat Ultrasonik

Gelombang ultrasonik dihasilkan akan menyebar melalui cairan dan memberikan tekanan negatif pada cairan. Tekanan negatif tersebut mampu memecah ikatan Van Der Waals antar molekul pada cairan sehingga membentuk gelembung gas (kavitasi). Kavitasi merupakan pembentukan gelembung gas pada cairan yang menyerap energi yang dihasilkan oleh gelombang ultrasonik. Gelembung gas yang dihasilkan tidak mampu lagi menyerap energi yang dihasilkan oleh gelombang ultrasonik sehingga gelombang gas yang terbentuk akan pecah (Asfaram & Jannesar, 2018).

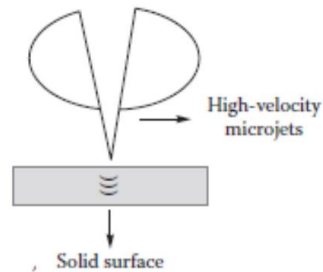
Ultrasonik digunakan untuk meningkatkan daya serap dari karbon aktif karena ultrasonik mampu meningkatkan luas dan pori-pori karbon. Meningkatnya permukaan dan pori-pori karbon disebabkan oleh adanya interaksi panas yang dihasilkan oleh ultrasonik sehingga dapat menghilangkan pengotor yang terdapat pada pori-pori karbon (Milenković, Dašić and Veljković, 2009).

Ada 2 jenis reaksi sonokimia, yaitu:

1) Sonokimia heterogen

Reaksi sonokimia heterogen dikenal dengan reaksi padat-cair dan cair-cair. Reaksi ini bekerja melalui perantara ionik dan dipengaruhi oleh efek kavitasi

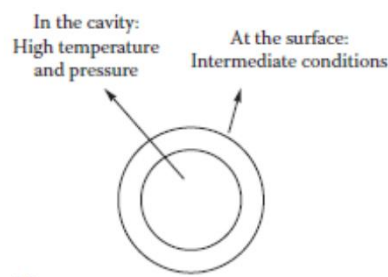
sebagai pembersih permukaan, meningkatkan perpindahan massa dan mengecilkan ukuran partikel.



Gambar 8. Gelombang kavitasi pada sistem heterogen

2) Sonokimia homogen

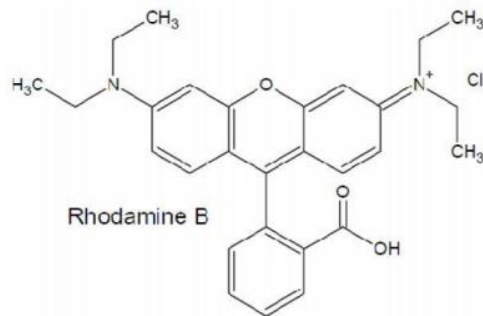
Sonokimia homogen adalah sistem homogen yang terjadi berdasarkan proses radikal. Pada sistem ini ultrasonik tidak berpengaruh pada reaksi ionik. Pada larutan yang bersifat volatil gelembung gas akan berfungsi sebagai pemutus ikatan kimia pada larutan karena adanya suhu dan tekanan yang tinggi.



Gambar 9. Gelombang kavitasi pada sistem homogen

D. *Rhodamin B*

Rhodamin B merupakan pigmen yang biasa digunakan dalam industri tekstil. *Rhodamin B* tergolong karsinogen sehingga dapat menyebabkan kanker dalam jangka waktu lama (Yamlean, 2011).



Gambar 10. Struktur *Rhodamin B*

Rhodamin B memiliki karakteristik bubuk kristal berwarna hijau kemerahan, tidak berbau, dan mudah larut. *Rhodamin B* memiliki struktur yang berikatan dengan senyawa klor. Atom klor termasuk ke dalam senyawa halogen. Sifat senyawa halogen sangat reaktif dalam menerima elektron dan bertindak sebagai agen pengoksidasi kuat dalam satu golongan. Halogen memiliki bau yang merangsang dan berwarna (Yamlean, 2011).

E. Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan zat seperti atom, ion dan molekul. Adsorpsi dapat terjadi dikarenakan adanya gaya tarik menarik antar partikel yang berada pada permukaan adsorben. Adsorben memiliki sifat yang dapat mengikat molekul pada permukaan. (Minh, 2017).

Adsorbat adalah zat yang dipisahkan dari pelarutnya atau disebut adsorben, sedangkan adsorben adalah penyerap. Semakin besar luas pori suatu adsorben, maka semakin banyak zat yang terserap (Govindaraj & Sen, 1995).

Ada 2 jenis adsorpsi, yaitu adsorpsi fisika dan kimia:

a) Adsorpsi fisika (*Physiosorption*)

Pada adsorpsi ini, gaya yang mengikat adsorbat oleh adsorben adalah gaya Van Der Waals. Gaya Van Der Waals adalah interaksi yang terjadi antar molekul dengan tipe yang sama atau berbeda. Gaya ini menyebabkan ikatan partikel

menjadi sangat lemah dan energi yang dilepaskan relatif rendah. Pada adsorpsi ini, adsorbat terikat tidak terlalu erat pada adsorben sehingga adsorbat dapat berpindah dan pada permukaan yang ditinggalkan oleh adsorbat yang satu dapat tergantikan dengan adsorbat lainnya.

b) Adsorpsi kimia (*Chemisorption*)

Yaitu interaksi adsorben dengan adsorbat dengan membentuk ikatan kimia. Adsorpsi kimia ini merupakan lanjutan dari adsorpsi fisika saat molekul adsorbat mendekati permukaan yang teradsorpsi melalui gaya van der Waals atau ikatan hidrogen. Dalam adsorpsi kimia, molekul menempel pada permukaan dengan membentuk ikatan kovalen.

Proses adsorpsi oleh bahan penyerap dipengaruhi oleh beberapa faktor dan memiliki pola adsorpsi isothermal yang spesifik. Jenis bahan penyerap, jenis bahan yang terserap, luas permukaan, konsentrasi bahan penyerap dan suhu merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi (Imas Eva Wijayanti, 2019).

Isoterm adsorpsi adalah hubungan yang menunjukkan distribusi adsorben antara fasa serapan permukaan dengan fasa ruah dalam kesetimbangan pada suhu tertentu. Biasanya adsorpsi fasa cair-padat menggunakan persamaan Freundlich dan Langmuir (Kurniawan, 2018).

1) Isoterm Langmuir

Langmuir merupakan teori isoterm adsorpsi dengan menggunakan metoda sederhana berupa padatan yang menyerap gas pada permukaannya. Metoda ini mendefinisikan bahwa kapasitas penyerapan maksimum terjadi karena adanya satu lapisan atau *monolayer* adsorbat di permukaan adsorben (Murni Handayani, 2009).

Persamaan Langmuir dapat ditulis sebagai:

$$\frac{C}{m} = \frac{1}{bK} + \frac{1}{b} C$$

C : konsentrasi kesetimbangan

m : jumlah zat yang terserap per gram adsorben (mg/g)

b : kapasitas serapan maksimum (mg/g)

K : tetapan kesetimbangan (Chi, Trang and Minh, 2017)

2) Isoterm Freundlich

Isoterm Freundlich merupakan adsorpsi yang menunjukkan hubungan antara jumlah zat penyerap dengan konsentrasi zat dalam larutan. Penting untuk menyerap zat terlarut dari larutan ke padatan yang teradsorpsi (Murni Handayani, 2009).

Isoterm adsorpsi Freundlich merupakan adsorpsi multilayer pada permukaan heterogen. Persamaan ini dapat menjelaskan koefisien distribusi dan memberikan jumlah banyaknya adsorbat untuk mencapai kesetimbangan konsentrasi (Yashim, 2016)

Persamaan isoterm Freundlich adalah:

$$q_e = KCe^{1/n}$$

Apabila dilogaritmakan, persamaan isoterm Freundlich dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Log } q_e = \text{Log } K + \frac{1}{n} \text{Log } C_e$$

Keterangan :

q_e = massa zat yang teradsorpsi per massa zat adsorben

C_e = konsentrasi larutan, dimana n dan k adalah ketetapan

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Karbon aktif dari batang kelapa sawit dapat dibuat melalui karbonisasi pada suhu optimum 250°C selama 75 menit dan dilanjutkan dengan aktivasi menggunakan iradiasi ultrasonik selama 20 menit
2. Karakteristik FTIR dari karbon aktif batang kelapa sawit memiliki gugus fungsi O-H, C=C dan C-O.
3. Penyerapan optimum Rhodamin B terjadi pada waktu kontak 90 menit pada konsentrasi 250 ppm dengan jumlah *Rhodamin B* yang terserap sebesar 4,537 mg/g.

B. Saran

1. Menambahkan struktur karbon aktif pada dasar teori mengenai karbon aktif.
2. Menjelaskan spektrum FTIR
3. Menambahkan referensi tentang adsorpsi Rhodamin B
4. Melakukan uji karakterisasi lain untuk karbon aktif

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Suandi, N. I. S. A. P. (2016) 'Analisa Pengolahan Kelapa Sawit dengan Kapasitas Olah 30 ton/jam Di PT. BIO Nusantara Teknologi', 2(17), pp. 12–19. doi: 10.6789/teknosia.v2i17.1022.
- Ahmad, A. L., Loh, M. M. and Aziz, J. A. (2007) 'Preparation and characterization of activated carbon from oil palm wood and its evaluation on Methylene blue adsorption', *Dyes and Pigments*, 75(2), pp. 263–272. doi: 10.1016/j.dyepig.2006.05.034.
- Apriliani, A. (2010) 'Pemanfaatan Arang Ampas Tebu sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu dan Pb dalam Air Limbah', *Repositoy UIN*, pp. 1–91.
- Ardekani, P. S. *et al.* (2017) 'Ultrasonic assisted removal of methylene blue on ultrasonically synthesized zinc hydroxide nanoparticles on activated carbon prepared from wood of cherry tree: Experimental design methodology and artificial neural network', *Journal of Molecular Liquids*. Elsevier B.V., 229, pp. 114–124. doi: 10.1016/j.molliq.2016.12.028.
- Chergui, A. *et al.* (2007) 'Simultaneous biosorption of Cu^{2+} , Zn^{2+} and Cr^{6+} from aqueous solution by *Streptomyces rimosus* biomass', *Desalination*, 206(1–3), pp. 179–184. doi: 10.1016/j.desal.2006.03.566.
- Chi, T. D., Trang, D. T. and Minh, T. Le (2017) 'The Removal of Pb (II) and Cr (VI) From Aqueous Solution by Longan Skin Adsorbent', 4863(December), pp. 9–15.
- Dianto, F., Efendi, D. and Wachjar, A. (2017) 'Pengelolaan Panen Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Pelantaran Agro Estate, Kota Waringin Timur, Kalimantan Tengah', *Buletin Agrohorti*, 5(3), pp. 410–417. doi: 10.29244/agrob.v5i3.19574.
- Evbuomwan, B. O., Agbede, A. M. and Atuka, M. M. (2013) 'A Comparative Study of the Physico-Chemical Properties of Activated Carbon from Oil Palm Waste (Kernel Shell and Fibre)', *International Journal of Science and Engineering Investigations*, 2(19), pp. 75–79. Available at: <http://www.ijsei.com/papers/ijsei-21913-13.pdf>.
- Ghafur, A. and Mitarlis (2014) 'Pembuatan Arang Aktif dari Limbah Padat Sintesis Furfural Berbahan Dasar Sekam Padi melalui Aktivasi Kimia', *UNESA Journal of Chemistry*, 3(3), pp. 1–8.
- Google (2008) 'Karbon aktif', pp. 4–33.
- Handika, G., Maulina, S. and Mentari, V. A. (2017) 'Karakteristik Karbon Aktif dari Pemanfaatan Limbah Tanaman Kelapa Sawit dengan Penambahan Aktivator Natrium Karbonat (Na_2CO_3) dan Natrium Klorida (NaCl)', *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6(4), pp. 41–44.
- Hartanto, S. (2010) 'Sawit dengan Metode Aktivasi Kimia Pada Karbonisasi