

**PREPARASI HIDROCHAR DARI KULIT BUAH RAMBUTAN
SECARA HIDROTERMAL DAN AKTIVASI HIDROCHAR
SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA KONGO MERAH
DAN DIRECT MERAH**

SKRIPSI



Oleh :

ELSHA AUGUSTIARA

08031281722033

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2020

HALAMAN PENGESAHAN

PREPARASI HIDROCHAR DARI KULIT BUAH RAMBUTAN SECARA
HIDROTERMAL DAN AKTIVASI HIDROCHAR SEBAGAI ADSORBEN
ZAT WARNA KONGO MERAH DAN DIRECT MERAH

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh :

ELSHA AUGUSTIARA

08031281722033

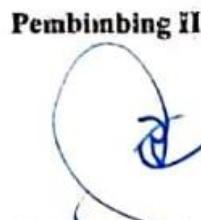
Indralaya, 25 Maret 2021

Pembimbing I



Prof. Aldes Lesbani, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 197408121998021001

Pembimbing II



Dr. rer nat. Risfidan Mohadi, M.Si
NIP. 197711272005011003



HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Preparasi Hidrochar dari Kulit Buah Rambutan secara Hidrotermal dan Aktivasi Hidrochar sebagai Adsorben Zat Warna Kongo Merah dan Direct Merah” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 15 Maret 2021 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 22 Maret 2021

Ketua:

1. Prof. Aldes Lesbani, S.Si., M.Si., Ph.D

NIP. 197408121998021001

Anggota:

2. Dr. rer. nat. RisfidianMohadi, M.Si

NIP. 197711272005011003

3. Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si

NIP. 197211092000032001

4. Zainal Fanani, M.Si

NIP. 196708211995121001

5. Dr. Suheryanto, M.Si

NIP. 196006251989031006



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

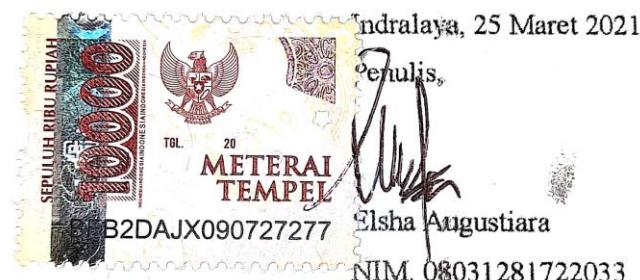
Nama mahasiswa : Elsha Augustiara

NIM : 08031281722033

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Elsha Augstiara
NIM : 08031281722033
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Preparasi Hidrochar dari Kulit Buah Rambutan Secara Hidrotermal dan Aktivasi Hidrochar sebagai Adsorben Zat Warna Kongo Merah dan Dircet Merah”. Dengan hak bebas royalti non-ekslusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 25 Maret 2021

Yang menyatakan,



Elsha Augstiara

NIM. 08031281722033

LEMBAR PERSEMBAHAN

“Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi sesamanya”

(HR. Ahmad, At-Thabranī, Ad-Daruqutni)

Skripsi ini sebagai tanda syukur ku kepada:

- Allah وَتَعَالَى سُبْحَانَهُ
- Nabi Muhammad وَسَلَّمَ عَلَيْهِ اللَّهُ صَلَّى

Dan kupersembahkan kepada kedua orang tuaku (mamak bapak) sebagai bukti bahwa aku sangat menyayangi kalian dan juga sebagai bukti kepada orang-orang bahwa seorang anak petani dan supir yang lahir dari kampung sepertiku tetap bisa menempuh pendidikan yang tinggi bahkan dengan predikat “Cum laude”.

Allhamdulillah.

KATA PENGANTAR

Allhamdulillah, segala puji dan syukur hanyalah milik Allah Subhanahu Wa Ta'ala semata yang senantiasa memberikan pertolongan dan memudahkan segala urusan sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul: "Preparasi Hidrochar dari Kulit Buah Rambutan secara Hidrotermal dan Aktivasi Hidrochar sebagai Adsorben Zat Warna Kongo Merah dan Direct Merah". Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Prof. Aldes Lesbani, Ph.D** dan **Dr. rer. Nat. Risfidian Mohadi, M.Si** yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat dan nikmat-Nya yang begitu besar.
2. Bapak Hermansyah, Ph.D selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Hasanudin, M.Si, selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Kimia.
5. Bapak Zainal Fanani, M.Si selaku dosen pembimbing akademik.
6. Seluruh Dosen FMIPA KIMIA yang telah mendidik dan membimbing selama masa kuliah.
7. Mbak Novi dan kak iin selaku admin jurusan kimia yang sangat ramah telah banyak membantu kelancaran administrasi.
8. Kedua orang tuaku (mamak bapak) untuk segala doa, usaha, arahan, nasihat, kasih sayang, kesabaran dan segala yang telah kalian berikan kepadaku terkhusus selama masa kuliah ini. Terimakasih telah menguatkan aku, terimakasih telah menjadi alasan kuatku untuk tetap bertahan dan berjuang melewati titik-titik sulit selama kuliah ini.

9. Ayuk Ipud dan Adek Oliv yang selalu setia menjadi moodbosterku walaupun jarak jauh.
10. Seseorang spesial, tuan R yang setia menemaniku, mendengarkan keluh kesahku, menjadi rumahku dilayo, terimakasih karena telah sangat sabar menemani dan menghadapi sikapku yang menjengkelkan ini.
11. Tim Hydrocar Squad (Redo, Alfan, Shahibul) yang selalu menjadi pin chat ku. Terimakasih karena telah menjadi rekanku selama penelitian ini.
12. Tim Basecamp 2-3-4 yang selalu bersama dalam suka dan duka selama di basecamp. Taklupa Oik dan Dilla yang juga pernah menjadi bagian keluarga ini. Terimakasih untuk pernah ada dalam suka dan duka sampai sekarang tetap bersama. Tim yang paling heboh masalah ngehibahin suatu hal.
13. Geng baru geng ber5 entah apalah namanya (inces, etik, cc, febby) hehe terimakasih karena kalian yang selalu bikin kesel tapi ngangenin, terimakasih untuk selalu menghibur dan mengajakku untuk tertawa dan bertukar cerita serta berkonten ria. Terimakasih untuk ada dan tiada, i will miss you so much guys.
14. Forkom (apres, indah, ncut, kak vad, tamtam, rise, mamang, yana, ipo, ramdan, indra, dll) yang sekarang sudah mulai menyepi tapi doaku tetap ada untuk kalian, semoga kalian cepat menyusul ya teman-teman <3
15. Seluruh keluarga chemist 17 aw aw aw tetap semangat dan semoga cepat nyusul sarjana bagi yang belum sarjana.
16. Semua orang siapapun itu yang telah mendoakan dan mendukungku, terimakasih dariku.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari para pembaca. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, 25 Maret 2021

Penulis

SUMMARY

Preparation Hydrochar from Rambutan Peel by Hydrothermal and Its Activation as Adsorbent of Congo Red and Direct Red Dyes

Elsha Augustiara : Supervised by Prof. Aldes Lesbani, Ph.D
Dr. rer. nat. Risfidian Mohadi, M.Si

Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Science, Sriwijaya University
xxiv + 124 pages, 43 pictures, 26 tables, 19 attachments

Rambutan peel contains 24% cellulose and 35% lignin which can be used as raw material for adsorbent. In this research, hydrochar from rambutan peel were prepared using hydrothermal carbonization method with a time variation of 8; 10; and 12 hours and temperature variation of 200°C and 250°C. After being prepared, the hydrochar were activated using NaOH as alkaline activator agent. Adsorbent from preparation and activation was used in the adsorption process of congo red and direct red dyes with pH, time, concentration, and temperature variable followed by several parameter observation such as kinetic, isotherm, and thermodynamic. The result of preparation and activation were characterized by XRD, FT-IR, SEM, and BET surface area analysis. XRD analysis of rambutan peel and hydrochar showed that diffraction peak appear at 24° with an increasingly sharp intensity but shift toward 2θ at 30° after activation. FT-IR analysis showed the presence of functional groups like -OH, -CH, C=O, C=C aliphatic and aromatic on material. SEM analysis showed that rambutan peel has a rough and uneven texture, hydrochar has a spherical morphology with various of size, and activated hydrochar has almost heterogeneous pores. BET analysis showed an increase due to the preparation treatment at 250°C and its activation from 7.366 m²/g to 8.583 m²/g and increase again to 10.091 m²/g after activation. The adsorption process of congo red and direct red dyes was optimum at pH 5 and pH 2. The adsorption kinetics data showed that the *pseudo second order* kinetics model was more suitable for adsorption of congo red and direct red dyes with an R² about 0.999. Adsorption isotherm data showed that the adsorption of congo red and direct red dyes followed the Freundlich isotherm model. The biggest maximum capacity (Q_m) value for congo red dye is 555.556 mg/g, while for direct red dye is 434.783 mg/g. Desorption data showed that NaOH as a suitable solvent for adsorption of congo red and direct red dyes, but hydrochar at 250°C is more suitable using an ethanol as an organic solvent. Adsorbent by preparation and activation more stable compare raw material in regeneration cycles. The adsorption selectivity showed that congo red dye was more easily absorbed than the direct red dye. The study of characterization adsorbent after adsorption using XRD showed a shift in diffraction peak which indicated an interaction during the adsorption process between the adsorbate and the adsorbent surface.

Keywords : Hydrochar, rambutan peel, hydrothermal, adsorption, congo red, direct red.

Citation : 61 (2009-2020)

RINGKASAN

PREPARASI HIDROCHAR DARI KULIT BUAH RAMBUTAN SECARA HIDROTERMAL DAN AKTIVASI HIDROCHAR SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA KONGO MERAH DAN DIRECT MERAH

Elsa Augustiara : Dibimbing oleh Prof. Aldes Lesbani, Ph.D
Dr. rer. nat. Risfidian Mohadi, M.Si

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
xxiv + 124 halaman, 43 gambar, 26 tabel, 19 lampiran

Kulit buah rambutan mengandung selulosa sebesar 24% dan lignin sebesar 35% yang dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan adsorben salah satunya pembuatan adsorben hidrochar. Pada penelitian ini telah dilakukan preparasi hidrochar dari kulit buah rambutan menggunakan metode karbonisasi hidrotermal dengan variasi waktu 8; 10; dan 12 jam serta variasi temperatur 200°C dan 250°C. Setelah dipreparasi maka dilakukan aktivasi menggunakan zat aktuator basa berupa NaOH. Adsorben hasil preparasi dan aktivasi selanjutnya digunakan dalam proses adsorpsi zat warna kongo merah dan direct merah dengan variabel pH, waktu, konsentrasi dan temperatur serta diikuti dengan pengamatan beberapa parameter berupa kinetika, isoterm dan termodinamika. Adsorben hasil preparasi dan aktivasi dikarakterisasi menggunakan XRD, FT-IR, SEM, dan analisis luas permukaan BET. Analisis XRD kulit buah rambutan dan hidrochar hasil karbonisasi menunjukkan adanya puncak difraksi pada kisaran sudut 24° dengan intensitas yang semakin tajam namun mengalami pergeseran kearah sudut 30° setelah diaktivasi. Analisis FT-IR menunjukkan adanya gugus fungsi -OH, -CH, C=O, C=C alifatik dan aromatik pada material. Analisis SEM menunjukkan kulit buah rambutan memiliki tekstur yang kasar dan tidak merata, hidrochar hasil karbonisasi memiliki morfologi berbentuk bola dengan ukuran yang bervariasi, dan hidrochar yang diaktivasi memiliki pori yang hampir heterogen. Analisis BET menunjukkan adanya peningkatan akibat perlakuan preparasi pada suhu 250°C dan aktivasinya dari $7,366 \text{ m}^2/\text{g}$ menjadi $8,583 \text{ m}^2/\text{g}$ dan meningkat lagi menjadi $10,091 \text{ m}^2/\text{g}$ setelah adanya perlakuan aktivasi. Proses adsorpsi zat warna kongo merah dan direct merah oleh kelima adsorben berturut-turut optimum terjadi pada pH 5 dan pH 2. Data kinetika adsorpsi menunjukkan model kinetika *pseudo second order* lebih cocok untuk adsorpsi zat warna kongo merah dan direct merah dengan R^2 kisaran 0,999. Data isoterm adsorpsi menunjukkan adsorpsi zat warna kongo merah dan direct merah mengikuti model isoterm Freundlich. Nilai kapasitas maksimum (Q_m) terbesar untuk zat warna kongo merah yaitu sebesar 555,556 mg/g sedangkan untuk zat warna direct merah sebesar 434,783 mg/g. Data desorpsi menunjukkan NaOH sebagai pelarut yang cocok untuk adsorpsi zat warna kongo merah dan direct merah, namun adsorben hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 250°C lebih cocok menggunakan pelarut organik berupa etanol. Adsorben hasil preparasi dan aktivasi lebih stabil digunakan dalam penggunaan adsorben secara berulang dibandingkan dengan kulit buah rambutan. Selektivitas adsorpsi menunjukkan bahwa zat warna kongo merah lebih mudah diserap dibandingkan dengan zat warna

direct merah. Studi hasil karakterisasi adsorben setelah adsorpsi menggunakan XRD menunjukkan adanya pergeseran puncak difraksi yang menandakan adanya interaksi selama proses adsorpsi antara adsorbat dengan permukaan adsorben.

Kata kunci : Hidrochar, kulit rambutan, hidrotermal, adsorpsi, kongo merah, direct merah.

Sitasi : 61 (2009-2020)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	iv
SUMMARY	iv
RINGKASAN	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Hidrochar	5
2.2. Karbonisasi Hidrotermal	5
2.3. Aktivasi	6
2.4. Kulit buah rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>)	7
2.5. Zat Warna	7
2.5.1. Zat Warna Kongo Merah	7
2.5.2. Zat Warna Direct Merah	8
2.6. Adsorpsi	8
2.7. Desorpsi	9

2.8. Regenerasi	9
2.9. Karakterisasi.....	10
2.9.1. <i>Fourier Transform Infra Red (FTIR)</i>	10
2.9.2. <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	11
2.9.3. <i>Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX)</i>	12
2.9.4. Analisis Brunauer-Emmet-Teller (BET).....	13
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1. Waktu dan Tempat.....	15
3.2. Alat dan Bahan.....	15
3.2.1. Alat	15
3.2.3. Bahan.....	15
3.3. Prosedur Penelitian.....	16
3.3.1. Preparasi Kulit Buah Rambutan	16
3.3.2. Karbonisasi Hidrotermal	16
3.3.3. Aktivasi dengan NaOH	16
3.3.4. Penentuan pH PZC (<i>Point of Zero Charge</i>)	16
3.3.5. Pembuatan Larutan Induk Zat Warna Direct Merah dan Kongo merah 1000 (mg/L)	17
3.3.6. Penentuan Panjang Gelombang Pada Absorbansi Maksimum Zat Warna Direct Merah dan Kongo Merah	17
3.3.7. Pembuatan Deret Larutan Standar Zat Warna Direct Merah dan Kongo Merah	17
3.3.8. Adsorpsi Zat Warna Direct Merah dan Kongo Merah oleh Hidrochar Kulit Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>)	17
3.3.8.1. Variasi pH Adsorpsi.....	17
3.3.8.2. Variasi Waktu Adsorpsi.....	18
3.3.8.3. Variasi Temperatur dan Konsentrasi Adsorpsi.....	18
3.3.9. Desorpsi Zat Warna Direct Merah dan Kongo Merah oleh Hidrochar Kulit Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>).....	19
1.3.10. Regenerasi Adsorben Zat Warna Direct Merah dan Kongo Merah oleh Hidrochar Kulit Rambutan.....	19
3.3.11. Selektivitas Campuran Zat Warna Direct Merah dan Kongo	

Merah oleh Adsorben Hidrochar Kulit Rambutan	20
3.3.12. Studi Hasil Karakterisasi Adsorben Kulit Rambutan, Hidrochar Hasil Karbonisasi dan Aktivasi Setelah Adsorpsi Zat Warna Direct Merah dan Kongo Merah	20
3.4. Analisis Data	20
3.4.1. Analisis Data Hasil Karakterisasi.....	20
3.4.2. Analisis Data Hasil Adsorpsi	21
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1. Preparasi Hidrochar Kulit Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>) dan Aktivasinya menggunakan NaOH secara Hidrotermal	25
4.2. Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	28
4.3. Karakterisasi Adsorben Kulit Rambutan, Hidrochar Hasil Karbonisasi dan Aktivasi menggunakan <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FT-IR).....	30
4.4. Karakterisasi Adsorben Kulit Rambutan, Hidrochar Hasil Karbonisasi dan Aktivasi menggunakan <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	33
4.5. Karakterisasi Adsorben Kulit Rambutan, Hidrochar Hasil Karbonisasi dan Aktivasi menggunakan Analisis Brunauer- Emmet-Teller (BET)...	36
4.6. Penentuan Panjang Gelombang Pada Absorbansi Maksimum Zat Warna Kongo Merah dan Direct Merah.....	39
4.7. pH PZC (<i>Point Of Zero Charge</i>) dari Adsorben Kulit Buah Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>), Hidrochar Kulit Rambutan, dan Hidrochar yang diaktivasi	40
4.8. Pengaruh pH Adsorpsi	41
4.8.1. Pengaruh pH Adsorpsi Zat Warna Kongo Merah dan Direct Merah.....	41
4.9. Pengaruh Waktu Adsorpsi.....	43
4.9.1. Pengaruh Waktu Adsorpsi Zat Warna Kongo Merah dan Direct Merah menggunakan Adsorben Kulit Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>)	43
4.9.2. Pengaruh Waktu Adsorpsi Zat Warna Kongo Merah dan Direct Merah menggunakan Adsorben Hidrochar Hasil Karbonisasi Pada Temperatur 200°C.....	45
4.9.3. Pengaruh Waktu Adsorpsi Zat Warna Kongo Merah dan Direct Merah menggunakan Adsorben Hidrochar Hasil Karbonisasi Pada Temperatur 250°C.....	47

4.9.4. Pengaruh Waktu Adsorpsi Zat Warna Kongo Merah dan Direct Merah menggunakan Adsorben Hidrochar T200°C yang diaktivasi menggunakan NaOH.....	49
4.9.5. Pengaruh Waktu Adsorpsi Zat Warna Kongo Merah dan Direct Merah menggunakan Adsorben Hidrochar T250°C yang diaktivasi menggunakan NaOH.....	52
4.10. Pengaruh Konsentrasi dan Temperatur Adsorpsi.....	54
4.10.1. Pengaruh Konsentrasi dan Temperatur Adsorpsi Zat Warna Kongo Merah Menggunakan Adsorben Kulit Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>), Hidrochar Kulit Rambutan dan Hidrochar yang diaktivasi dengan NaOH.....	54
4.10.2. Pengaruh Konsentrasi dan Temperatur Adsorpsi Zat Warna Direct Merah Menggunakan Adsorben Kulit Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>), Hidrochar Kulit Rambutan dan Hidrochar yang diaktivasi dengan NaOH.....	63
4.11. Desorpsi Zat Warna.....	71
4.11.1. Desorpsi Zat Warna Kongo Merah Oleh Adsorben Kulit Rambutan, Hidrochar Kulit Rambutan dan Hidrochar yang diaktivasi.....	71
4.11.2. Desorpsi Zat Warna Direct Merah Oleh Adsorben Kulit Rambutan, Hidrochar Kulit Rambutan dan Hidrochar yang diaktivasi.....	72
4.12. Regenerasi Adsorben Kulit Rambutan, Hidrochar Kulit Rambutan dan Hidrochar yang diaktivasi dengan NaOH	74
4.12.1. Regenerasi Adsorben Kulit Rambutan, Hidrochar Kulit Rambutan dan Hidrochar yang diaktivasi dengan NaOH terhadap Zat Warna Kongo Merah	74
4.12.2. Regenerasi Adsorben Kulit Rambutan, Hidrochar Kulit Rambutan dan Hidrochar yang diaktivasi dengan NaOH terhadap Zat Warna Direct Merah.....	75
4.13. Selektivitas Adsorpsi Zat Warna Campuran Kongo Merah dan Direct Merah Oleh Adsorben Kulit Rambutan, Hidrochar Kulit Rambutan dan Hidrochar yang diaktivasi dengan NaOH	77
4.14. Karakterisasi Adsorben Kulit Rambutan, Hidrochar Hasil Karbonisasi dan Aktivasi Setelah Adsorpsi Zat Warna Kongo Merah dan Direct Merah	80
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	82

5.1. Kesimpulan	82
5.2. Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN.....	90

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<u>Gambar 1. Struktur zat warna kongo merah</u>	7
<u>Gambar 2. Struktur zat warna direct merah</u>	8
<u>Gambar 3. FTIR spektrum kulit buah rambutan sebelum adsorpsi zat warna (a) spektrum kulit buah rambutan setelah adsorpsi zat warna (b)</u>	8
<u>Gambar 4. Scanning Electron Microscopy kulit buah rambutan sebelum adsorpsi zat warna (a) kulit buah rambutan setelah adsorpsi zat warna (b)</u>	11
<u>Gambar 5. Hasil preparasi hidrochar kulit rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>) temperatur 200°C (a) temperatur 250°C (b) dengan berbagai variasi waktu karbonisasi hidrotermal.....</u>	25
<u>Gambar 6. Aktivasi hidrochar kulit rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>) dengan NaOH temperatur 200°C (a) temperatur 250°C (b).....</u>	27
<u>Gambar 7. Difraktogram kulit rambutan dan hidrochar dengan berbagai variasi waktu karbonisasi temperatur 200°C (a) temperatur 250°C (b)</u>	28
<u>Gambar 8. Difraktogram kulit rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>), hidrochar dengan waktu karbonisasi 10 jam dan hidrochar hasil aktivasinya temperatur 200°C (a) temperatur 250°C (b).....</u>	30
<u>Gambar 9. Spektrum FT-IR adsorben kulit rambutan dan hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C dengan bilangan gelombang 4000-2000 cm⁻¹ (a) bilangan gelombang 2000-500 cm⁻¹ (b)</u>	31
<u>Gambar 10. Spektrum FT-IR adsorben kulit rambutan dan hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 250°C dengan bilangan gelombang 4000-2000 cm⁻¹ (a) bilangan gelombang 2000-500 cm⁻¹ (b).....</u>	31
<u>Gambar 11. Spektrum FT-IR adsorben kulit rambutan dan hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C dan aktivasinya padabilangan gelombang 4000-2000 cm⁻¹ (a) bilangan gelombang 2000-500 cm⁻¹ (b).....</u>	32

<u>Gambar 12. Spektrum</u> FT-IR adsorben kulit rambutan dan hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 250°C dan aktivasinya padabilangan gelombang 4000-2000 cm ⁻¹ (a) bilangan gelombang 2000-500 cm ⁻¹ (b).....	33
<u>Gambar 13. Gambar SEM</u> adsorben kulit rambutan (a) hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C (b) hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 250°C (c) hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C yang diaktivasi (d) hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 250°C yang diaktivasi (e)	34
<u>Gambar 14. Histogram distribusi partikel adsorben kulit rambutan</u>	35
<u>Gambar 15. Histogram distribusi partikel adsorben</u> hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C (a) 250°C (b)	35
<u>Gambar 16. Histogram distribusi partikel adsorben</u> hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C yang diaktivasi (a) 250°C yang diaktivasi (b)	36
<u>Gambar 17. Grafik isoterm adsorpsi-desorpsi adsorben</u> kulit rambutan (a) hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C (b) hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 250°C (c) hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C yang diaktivasi (d) hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 250°C yang diaktivasi (e)	37
<u>Gambar 18. Panjang gelombang pada absorbansi maksimum zat warna kongo merah</u> (a) direct merah (b)	39
<u>Gambar 19. pH pzc adsorben</u> kulit buah rambutan, hidrochar kulit rambutan, dan hidrochar yang diaktivasi	41
<u>Gambar 20. Variasi pH</u> zat warna kongo merah(a) zat warna direct merah(b). .	42
<u>Gambar 21. Variasi waktu adsorpsi</u> zat warna kongo merah (a) zat warna direct merah (b) oleh adsorben kulit rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>).....	43
<u>Gambar 22. Variasi waktu adsorpsi zat warna kongo merah</u> (a) zat warna direct merah (b) oleh adsorben hidrochar kulit rambutan hasil karbonisasi pada temperatur 200°C	46
<u>Gambar 23. Variasi waktu adsorpsi zat warna kongo merah</u> (a) zat warna direct merah (b) oleh adsorben hidrochar kulit rambutan hasil karbonisasi pada temperatur 250°C	48
<u>Gambar 24. Variasi waktu adsorpsi zat warna kongo merah</u> (a) zat warna direct merah (b) oleh adsorben hidrochar kulit rambutan hasil karbonisasi pada temperatur 200°C yang diaktivasi	50

<u>Gambar 25.</u> Variasi waktu adsorpsi zat warna kongo merah (a) zat warna direct merah (b) oleh adsorben hidrochar kulit rambutan hasil karbonisasi pada temperatur 250°C yang diaktivasi	52
<u>Gambar 26.</u> Pengaruh konsentrasi dan temperatur adsorpsi zat warna kongo merah oleh adsorben kulit rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>)	54
<u>Gambar 27.</u> Pengaruh konsentrasi dan temperatur adsorpsi zat warna kongo merah oleh adsorben hidrochar kulit rambutan hasil karbonisasi pada temperatur 200°C	55
<u>Gambar 28.</u> Pengaruh konsentrasi dan temperatur adsorpsi zat warna kongo merah oleh adsorben hidrochar kulit rambutan hasil karbonisasi pada temperatur 250°C	55
<u>Gambar 29.</u> Pengaruh konsentrasi dan temperatur adsorpsi zat warna kongo merah oleh adsorben hidrochar kulit rambutan hasil karbonisasi pada temperatur 200°C yang diaktivasi	55
<u>Gambar 30.</u> Pengaruh konsentrasi dan temperatur adsorpsi zat warna kongo merah oleh adsorben hidrochar kulit rambutan hasil karbonisasi pada temperatur 250°C yang diaktivasi	56
<u>Gambar 31.</u> Pengaruh konsentrasi dan temperatur adsorpsi zat warna direct merah oleh adsorben kulit rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>)	63
<u>Gambar 32.</u> Pengaruh konsentrasi dan temperatur adsorpsi zat warna direct merah oleh adsorben hidrochar kulit rambutan hasil karbonisasi pada temperatur 200°C	63
<u>Gambar 33.</u> Pengaruh konsentrasi dan temperatur adsorpsi zat warna direct merah oleh adsorben hidrochar kulit rambutan hasil karbonisasi pada temperatur 250°C	64
<u>Gambar 34.</u> Pengaruh konsentrasi dan temperatur adsorpsi zat warna direct merah oleh adsorben hidrochar kulit rambutan hasil karbonisasi pada temperatur 200°C yang diaktivasi	64
<u>Gambar 35.</u> Pengaruh konsentrasi dan temperatur adsorpsi zat warna direct merah oleh adsorben hidrochar kulit rambutan hasil karbonisasi pada temperatur 250°C yang diaktivasi	64
<u>Gambar 36.</u> Desorpsi zat warna kongo merah adsorben kulit rambutan (a) hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C (b) hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 250°C (c) hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C yang diaktivasi (d) hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 250°C yang diaktivasi (e)	71
<u>Gambar 37.</u> Desorpsi zat warna direct merah adsorben kulit rambutan (a) hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C (b) hidrochar	

hasil karbonisasi pada temperatur 250°C (c) hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C yang diaktivasi (d) hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 250°C yang diaktivasi (e).....	73
<u>Gambar 38. Regenerasi adsorben kulit rambutan (a) hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C (b) hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 250°C (c) hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C yang diaktivasi (d) hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 250°C yang diaktivasi (e) terhadap kongo merah.....</u>	74
<u>Gambar 39. Regenerasi adsorben kulit rambutan (a) hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C (b) hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 250°C (c) hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C yang diaktivasi (d) hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 250°C yang diaktivasi (e) terhadap direct merah.....</u>	76
<u>Gambar 40. Spektrum UV-Vis campuran zat warna kongo merah dan direct merah pada berbagai waktu adsorpsi oleh adsorben kulit rambutan</u>	78
<u>Gambar 41. Spektrum UV-Vis campuran zat warna kongo merah dan direct merah pada berbagai waktu adsorpsi oleh adsorben hidrochar hasil kabonisasi temperatur 200°C (a) temperatur 250°C (b)</u>	78
<u>Gambar 42. Spektrum UV-Vis campuran zat warna kongo merah dan direct merah pada berbagai waktu adsorpsi oleh adsorben hidrochar yang diaktivasi temperatur kabonisasi 200°C (a) temperatur karbonisasi 250°C (b)</u>	78
<u>Gambar 43. Difraktogram adsorben kulit rambutan, hidrochar hasil karbonisasi dan aktivasi sebelum adsorpsi (A) setelah adsorpsi zat warna kongo merah (b) setelah adsorpsi zat warna direct merah (c)</u>	80

DAFTAR TABEL

	Halaman
<u>Tabel 1.</u> % Rendemen hidrochar kulit rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>).....	26
<u>Tabel 2.</u> % Rendemen hidrochar kulit rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>) hasil aktivasi	28
Tabel 3. Data hasil pengukuran isoterm BET adsorben kulit rambutan, hidrochar hasil karbonisasi dan aktivasi	38
<u>Tabel 4.</u> Model kinetika adsorpsi zat warna kongo merah menggunakan adsorben kulit rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>).	44
<u>Tabel 5.</u> Model kinetika adsorpsi zat warna direct merah menggunakan adsorben kulit rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>).	45
<u>Tabel 6.</u> Model kinetika adsorpsi zat warna kongo merah menggunakan adsorben hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C.	46
<u>Tabel 7.</u> Model kinetika adsorpsi zat warna direct merah menggunakan adsorben hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C.	47
<u>Tabel 8.</u> Model kinetika adsorpsi zat warna kongo merah menggunakan adsorben hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 250°C.	48
<u>Tabel 9.</u> Model kinetika adsorpsi zat warna direct merah menggunakan adsorben hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 250°C.	49
<u>Tabel 10.</u> Model kinetika adsorpsi zat warna kongo merah menggunakan adsorben hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C yang diaktivasi.....	51
<u>Tabel 11.</u> Model kinetika adsorpsi zat warna direct merah menggunakan adsorben hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C yang diaktivasi.....	51
<u>Tabel 12.</u> Model kinetika adsorpsi zat warna kongo merah menggunakan adsorben hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 250°C yang diaktivasi.....	53
<u>Tabel 13.</u> Model kinetika adsorpsi zat warna direct merah menggunakan adsorben hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 250°C yang diaktivasi.....	53

<u>Tabel 14. Isoterm adsorpsi zat warna kongo merah oleh adsorben kulit rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>), hidrochar kulit rambutan, dan hidrochar yang diaktivasi.....</u>	57
Tabel 15. Data entalpi (ΔH), entropi (ΔS), energi bebas Gibbs (ΔG) dan kapasitas adsorpsi (Qe) zat warna kongo merah oleh adsorben kulit rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>)	58
Tabel 16. Data entalpi (ΔH), entropi (ΔS), energi bebas Gibbs (ΔG) dan kapasitas adsorpsi (Qe) zat warna kongo merah oleh adsorben hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C	59
Tabel 17. Data entalpi (ΔH), entropi (ΔS), energi bebas Gibbs (ΔG) dan kapasitas adsorpsi (Qe) zat warna kongo merah oleh adsorben hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 250°C	60
Tabel 18. Data entalpi (ΔH), entropi (ΔS), energi bebas Gibbs (ΔG) dan kapasitas adsorpsi (Qe) zat warna kongo merah oleh adsorben hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C yang diaktivasi.....	61
Tabel 19. Data entalpi (ΔH), entropi (ΔS), energi bebas Gibbs (ΔG) dan kapasitas adsorpsi (Qe) zat warna kongo merah oleh adsorben hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 250°C yang diaktivasi	62
<u>Tabel 20. Isoterm adsorpsi zat warna direct merah oleh adsorben kulit rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>), hidrochar kulit rambutan, dan hidrochar yang diaktivasi.....</u>	65
Tabel 21. Data entalpi (ΔH), entropi (ΔS), energi bebas Gibbs (ΔG) dan kapasitas adsorpsi (Qe) zat warna direct merah oleh adsorben kulit rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>)	66
Tabel 22. Data entalpi (ΔH), entropi (ΔS), energi bebas Gibbs (ΔG) dan kapasitas adsorpsi (Qe) zat warna direct merah oleh adsorben hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C	67
Tabel 23. Data entalpi (ΔH), entropi (ΔS), energi bebas Gibbs (ΔG) dan kapasitas adsorpsi (Qe) zat warna direct merah oleh adsorben hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 250°C	68
Tabel 24. Data entalpi (ΔH), entropi (ΔS), energi bebas Gibbs (ΔG) dan kapasitas adsorpsi (Qe) zat warna direct merah oleh adsorben hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 200°C yang diaktivasi.....	69
Tabel 25. Data entalpi (ΔH), entropi (ΔS), energi bebas Gibbs (ΔG) dan kapasitas adsorpsi (Qe) zat warna direct merah oleh adsorben hidrochar hasil karbonisasi pada temperatur 250°C yang	

diaktivasi..... 70

Tabel 26. Kompetisi adsorpsi zat warna kongo merah dan direct merah oleh adsorben kulit rambutan, hidrochar hasil karbonisasi dan aktivasikan.... 79

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

<u>Lampiran 1.</u> Data Digital XRD	91
<u>Lampiran 2.</u> Data Digital Spektrum FT-IR	94
<u>Lampiran 3.</u> Data Digital BET	99
<u>Lampiran 4.</u> Data Panjang Gelombang Pada Absorbansi Maksimum.....	104
<u>Lampiran 5.</u> Kurva Kalibrasi.....	105
<u>Lampiran 6.</u> Variasi pH Zat Warna Kongo Merah.....	106
<u>Lampiran 7.</u> Variasi pH Zat Warna Direct Merah.....	108
<u>Lampiran 8.</u> pH PZC (<i>Point Of Zero Charge</i>) Adsorben Kulit Rambutan, Hidrochar Kulit Rambutan dan Hidrochar yang diaktivasi	110
<u>Lampiran 9.</u> Perhitungan Parameter Kinetik Adsorpsi Zat Warna Kongo Merah	112
<u>Lampiran 10.</u> Perhitungan Parameter Kinetik Adsorpsi Zat Warna Direct Merah	113
<u>Lampiran 11.</u> Pengaruh Konsentrasi dan Temperatur Adsorpsi Zat Warna Kongo Merah.....	114
<u>Lampiran 12.</u> Pengaruh Konsentrasi dan Temperatur Adsorpsi Zat Warna Direct Merah.....	115
<u>Lampiran 13.</u> Perhitungan Parameter Isoterm Adsorpsi Zat Warna Kongo Merah.....	116
<u>Lampiran 14.</u> Perhitungan Parameter Isoterm Adsorpsi Zat Warna Direct Merah.....	118
<u>Lampiran 15.</u> Perhitungan Parameter Termodinamika Adsorpsi Zat Warna Kongo Merah.....	120
<u>Lampiran 16.</u> Perhitungan Parameter Termodinamika Adsorpsi Zat Warna Direct Merah.....	121
<u>Lampiran 17.</u> Perhitungan Desorpsi Zat Warna Kongo Merah	122
<u>Lampiran 18.</u> Perhitungan Desorpsi Zat Warna Direct Merah	123
<u>Lampiran 19.</u> Perhitungan Regenerasi Adsorben Hidrochar Hasil Karbonisasi Pada Temperatur 250°C yang diaktivasi	124

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Buah rambutan (*Nephelium lappaceum*) sangat mudah dijumpai sebab buah rambutan termasuk buah musiman dimana ketersediaan buah rambutan cukup berlimpah (Melati dkk, 2019). Rambutan termasuk buah tropis yang banyak digemari oleh masyarakat sehingga berpotensi untuk menghasilkan limbah kulit buah rambutan dalam jumlah yang besar. Apabila dibiarkan, limbah kulit buah rambutan dapat menyebabkan polusi lingkungan. Padahal kulit buah rambutan mengandung selulosa sebesar 24% dan lignin sebesar 35% yang dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan adsorben (Setiawan dkk, 2018). Alrozi *et al* (2012) telah melakukan penelitian mengenai kulit rambutan yang dijadikan sebagai adsorben zat warna dalam proses adsorpsi. Bioadsorben kulit rambutan menghasilkan kapasitas maksimum adsorpsi sebesar 122,69 mg/g. Kulit buah rambutan sebagai biomassa padat selain dijadikan bioadsorben juga dapat dikembangkan dengan cara dipreparasi secara termokimia basah menjadi hidrochar.

Hidrochar merupakan karbon yang diproduksi melalui proses karbonisasi hidrotermal pada temperatur dan tekanan tertentu pada suatu reaktor. Biasanya temperatur karbonisasi hidrotermal untuk menghasilkan hidrochar berkisar pada temperatur 150-250°C. Hidrochar ditandai dengan kandungan karbon yang tinggi, pH yang rendah dan kapasitas adsorpsi yang baik (Eskandari *et al.*, 2019). Oleh sebab itu hidrochar dapat digunakan untuk mengurangi polusi limbah organik seperti limbah zat warna, dapat menghilangkan logam berat dan polusi anorganik lainnya (Zhang *et al.*, 2020), serta untuk memurnikan air dan juga udara. Hidrochar memiliki luas permukaan yang kecil, porositas kecil, dan kapasitas adsorpsi yang rendah sehingga harus ditambah perlakuan hidrochar yang berbeda salah satunya dengan melakukan aktivasi (Mohamed *et al.*, 2017).

Aktivasi merupakan perlakuan yang diharapkan dapat memperbaiki kualitas suatu adsorben sehingga dapat meningkatkan kapasitas adsorpsinya. Proses aktivasi dapat dilakukan secara kimia maupun fisika (Kristianingrum dkk, 2014). Aktivasi kimia dilakukan dengan menggunakan larutan basa seperti natrium hidroksida (NaOH). Natrium hidroksida tergolong basa kuat sehingga dengan adanya

penambahan NaOH saat aktivasi dapat membuat adsorben seperti hidrochar bertambah porinya dengan terlepasnya zat-zat pengotor yang ada dalam adsorben tersebut (Nurdiansah dan Susanti, 2013).

Setelah preparasi material kulit rambutan menjadi adsorben berhasil dilakukan, diharapkan adsorben ini dapat mengatasi limbah zat warna yang ada. Masalah pencemaran akibat zat warna tersebut dapat ditanggulangi dengan berbagai metode yang telah dikembangkan seperti metode oksidasi, ozonisasi, koagulasi dan adsorpsi (Puspita dkk, 2017). Metode adsorpsi adalah metode yang paling efektif sebab mudah dalam pengoperasian, biaya murah dan sangat efisien (Wang *et al.*, 2018).

Biasanya, proses adsorpsi diikuti dengan pengamatan isoterm, kinetika adsorpsi, dan termodinamika adsorpsi. Bagaimana mekanisme proses adsorpsi berlangsung dapat diketahui dengan mempelajari dan mengetahui aspek-aspek tersebut. Hal ini berhubungan dengan efisiensi dan efektivitas adsorben dalam mengadsorpsi (Puspita dkk, 2017). Faktor-faktor yang menentukan keberhasilan adsorpsi akan dipelajari pada penelitian ini berupa pengaruh pH, pengaruh waktu adsorpsi, pengaruh konsentrasi adsorbat, pengaruh temperatur adsorpsi, desorpsi dan regenerasi adsorben.

Variabel pH penting dipelajari sebab pH dari larutan akan berpengaruh terhadap kemampuan adsorpsi suatu adsorben. Pada pH optimum akan dicapai peningkatan kapasitas adsorpsi dari adsorben (Surikumaran *et al.*, 2014). pH optimum ditandai dengan tingginya nilai persentase adsorpsi. Adsorpsi pada awal waktu akan menunjukkan peningkatan adsorbat yang terserap, kemudian akan menurun seiring bertambahnya waktu. Hal ini disebabkan karena telah tercapainya keadaan setimbang (Kuntari dkk, 2017). Selain itu seiring meningkatnya konsentrasi adsorbat dan juga temperatur, akan terjadi interaksi antara adsorben dengan adsorbat yang lebih besar sehingga proses adsorpsi zat warna dapat berlangsung dengan baik (Syarieff, 2010).

Zat warna merupakan senyawa organik yang terdiri dari gugus kromofor sebagai pemberi warna dan gugus auksokrom yang melekat pada gugus kromofor. Zat warna sering digunakan dalam industri tekstil sebagai pemberi warna pada kain sehingga akan menghasilkan limbah cair zat warna (Martani dkk, 2011). Beberapa

contoh limbah zat warna yaitu zat warna kongo merah dan direct merah. Kongo merah memiliki toksisitas yang cukup tinggi sehingga keberadaanya di lingkungan perairan dapat menyebabkan rusaknya berbagai spesies makhluk hidup (Saraswati dkk, 2015). Begitupun direct merah, zat warna azo tersulfonasi yang bersifat karsinogenik dan toksik bagi lingkungan baik terhadap manusia maupun hewan (Khamparia and Jaspal, 2016).

Pada penelitian ini dibuat adsorben dari kulit buah rambutan (*Nephelium lappaceum*) secara hidrotermal sehingga menjadi hidrochar lalu diaktivasi menggunakan NaOH dan kemudian dikarakterisasi menggunakan analisis *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) analisis *Scanning Electron Microscopy* (SEM), dan analisis luas permukaan BET. Hidrochar kulit buah rambutan kemudian akan dijadikan sebagai adsorben untuk zat warna direct merah dan kongo merah.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik hidrochar yang dipreparasi dari kulit buah rambutan (*Nephelium lappaceum*) dan hidrochar yang diaktivasi menggunakan NaOH?
2. Bagaimana kemampuan adsorpsi hidrochar kulit buah rambutan (*Nephelium lappaceum*) dan hidrochar yang diaktivasi terhadap zat warna kongo merah dan direct merah dengan pengaruh pH, waktu, konsentrasi dan temperatur?
3. Bagaimana kemampuan desorpsi dan regenerasi hidrochar hasil preparasi dan hidrochar yang diaktivasi serta selektivitas campuran zat warna kongo merah dan direct merah?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Memperoleh hidrochar hasil preparasi dari kulit buah rambutan (*Nephelium lappaceum*) dan hidrochar yang diaktivasi serta karakterisasinya dengan menggunakan FTIR, XRD, SEM, dan analisis luas permukaan BET.

2. Mempelajari pengaruh pH, waktu, konsentrasi dan temperatur terhadap kemampuan adsorpsi zat warna kongo merah dan direct merah oleh hidrochar kulit buah rambutan (*Nephelium lappaceum*) dan hidrochar yang diaktivasi.
3. Mempelajari kemampuan desorpsi dan regenerasi hidrochar hasil preparasi dan hidrochar yang diaktivasi serta selektivitas campuran zat warna kongo merah dan direct merah.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yakni memberikan informasi mengenai pemanfaatan kulit buah rambutan sebagai sumber hidrochar untuk adsorpsi zat warna kongo merah dan direct merah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M & Khairurrijal. 2009. Review: Karakterisasi Nanomaterial. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*, 2(1), 1-9.
- Alrozi, R., Zamanhuri, N. A., & Osman, M. S. 2012. Adsorption of Reactive Dye Remazol Brilliant Blue R from Aqueous Solutions by Rambutan Peel. *IEEE Business, Engineering and Industrial Applications Colloquium*, (2012), 21-26.
- Alrozi, R., Zamanhuri, N. A., & Osman, M. S. 2012. Removal Of Methylene Blue from Aqueous Solution by Adsorption Onto Naoh-Treated Rambutan Peel. *IEEE Business, Engineering and Industrial Applications Colloquium*, (2012), 92-97.
- Arnata, I. W., Suprihatin., Fahma, F., Richana., & Sunarti, T. C. 2019. Adsorption Of Anionic Congo Red Dye By Using Cellulose From Sago Frond. *Poll Res*, 38(3), 557-567.
- Boukir, A., Mehyaoui, I., Fellak, S., Asia, L., & Doumenq, P. 2019. The Effect Of The Natural Degradation Process on The Cellulose Structure Of Moroccan Hardwood Fiber: A Survey on Spectroscopy and Structural Properties. *Mediterranean Journal Of Chemistry*, 8(3), 179-190.
- Bunaciu, A. A., Udristioiu, E. G., & Aboul-Enein, H. Y. 2015. X-Ray Diffraction: Instrumentation and Applications. *Critical Review in Analytical Chemistry*, 45(2015), 289-299.
- Cazetta, A. L., Vargasa, A. M. M., Nogamia, E. M., Kunitaa, M. H., Guilherme, M. R., Martins, A. C., Silvab, T. L., Moraesa, J. C. G., & Almeidaa, V. C. 2011. NaOH-Activated Carbon Of High Surface Area Produced from Coconut Shell: Kinetics and Equilibrium Studies from The Methylene Blue Adsorption. *Chemical Engineering Journal*, 174(2011), 117-125.
- Cyprianus, S., & Muzakky, M. 2010. Proses Desorpsi Logam Berat Pada Sedimen Sungai Daerah Muria dengan Pelarut Asam. *Ganendra Majalah Iptek Nuklir*, 13(1), 11-18.
- Daneshvar, E., Vazirzadeh, A., Niazi, A., Kousha, M., Naushad, M., & Bhatnagar, A. 2017. Desorption Of Methylene Blue Dyes from Brown Macroalga: Effects Of Operating Parameters, Isotherm Study and Kinetic Modeling. *Journal Of Cleaner Production*, 152(2017), 443-453.
- Darmawan, S., Syafii, W., Wistara, N., Maddu, A., & Pari, G. 2015. Kajian Struktur Arang-Pirolisis, Arang-Hidro dan Karbon Aktif dari Kayu Acacia mangium Willd menggunakan Difraksi Sinar-X. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 33(2), 81-92.

- Das, A., Bhattacharya, S., Panchanan, G., Navya, B. S., & Nambiar, P. 2016. Production, Characterization and Congo Red Decolourizing Efficiency of a Laccase from Pleurotus ostreatus MTCC 142 Cultivated on Co-Substrates of Paddy Straw and Corn Husk. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 14, 281-288.
- De La Fuente, J. L., Bermejo, M. R., Salvan, C. M., & Esteban, S. O. 2011. Thermal Characterization Of HCN Polymers by TG-MS, TG, DTA and DSC Methods. *Polymer Degradation and Stability*, 96(2011), 943-948.
- Dewi, S. H & Ridwan. 2012. Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Fe₃O₄ Magnetik untuk Adsorpsi Kromium Heksavalen. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 13(2), 136-140.
- Eskandari, S., Mohammadi, A., Sandberg, M., Eckstein, R. L., Hedberg, K., & Granstrom, K. 2019. Hydrochar-Amended Substrates for Production of Containerized Pine Tree Seedlings under Different Fertilization Regimes. *Agronomy*, 9, 1-17.
- Fathi, M. R., Asfaram, A., & Farhangi, A. 2015. Removal Of Direct Red 23 from Aqueous Solution Using Corn Stalks: Isotherms, Kinetic and Thermodynamic studies. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 135(2015), 364-372.
- Gniadek, M & Dabrowska, A. 2019. The Marine Nano- and Microplastics Characterisation by SEM-EDX: The Potential Of The Method in Comparison With Various Physical and Chemical Approaches. *Marine Pollution Bulletin*, 148(2019), 210-216.
- Guo, S., Dong, X., Liu, K., Yu, H., & Zhu, C. 2015. Chemical, Energetic, and Structural Characteristics of Hydrothermal Carbonization Solid Products for Lawn Grass. *BioResources*, 10(3), 4613-4625.
- Herawati, D., Santoso, S. D., & Amalina, I. 2018. Kondisi Optimum Adsorpsi-Fluidisasi Zat Warna Limbah Tekstil menggunakan Adsorben Jantung Pisang. *Jurnal Sains Health*, 2(1), 2-7.
- Ibrahim, Martin, A., & Nasruddin. 2014. Pembuatan dan Karaktrisasi Karbon Aktif Berbahan Dasar Cangkang Sawit dengan Metode Aktivasi Fisika Menggunakan Rotary Autoclave. *Jom FTEKNIK*, 1(2), 1-11.
- Idris, A. M & El-Zahhar, A. A. 2019. Indicative Properties Measurements by SEM, SEM-EDX and XRD for Initial Homogeneity Tests Of New Certified Reference Materials. *Microchemical Journal*, 146(2019), 429-433.
- Irsan, M., Yuliansyah, A. T., & Purwono, S. 2019. Production Of Solid Fuel Material from Coconut Shells with Hydrothermal Treatment Method. *Jurnal Konversi*, 8(1), 4-9.

- Jain, A., Balasubramanian, R., & Srinivasan, M. P. 2015. Tuning Hydrochar Properties for Enhanced Mesopore Development in Activated Carbon by Hydrothermal Carbonization. *Microporous and Mesoporous Materials*, 203(2015), 175-185.
- Julinawati., Marlina., Nasution, R., & Sheilatina. 2015. Applying SEM-EDX Techniques to Identifying The Types Of Mineral Of Jades (Giok) Takengon, Aceh. *Jurnal Natural*, 15(2), 44-48.
- Kalderis, D., Kotti, M. S., Mendez, A., & Gasco, G. 2014. Characterization Of Hydrochars Produced by Hydrothermal Carbonization Of Rice Husk. *Solid Earth*, 4(2014), 477-483.
- Kekes, T & Tzia, C. 2020. Adsorption Of Indigo Carmine on Functional Chitosan and β -Cyclodextrin/ Chitosan Beads: Equilibrium, Kinetics and Mechanism Studies. *Journal Of Environmental Management*, 262(2020), 1-11.
- Khamparia, S & Jaspal, D. 2016. Adsorptive Removal Of Direct Red 81 Dye from Aqueous Solution Onto Argemone Mexicana. *Sustainable Environment Research*, xxx(2016), 1-7.
- Khaniabadi, Y. O., Basiri, H., Nourmoradi, H., Mohammadi, M. J., Yari, A. R., Sadeghi, S., & Amrane, A. 2017. Adsorption Of Congo Red Dye from Aqueous Solutions by Montmorillonite as a Low-Cost Adsorbent. *International Journal Of Chemical Reactor Engineering*, 16(1), 1-11.
- Kristianingrum, S., Siswani, E. D., & Fillaeli, A. 2014. Optimasi Kondisi Pada Sintesis Biosorben Dari Pandan Laut dan Uji Adsorptivitasnya Terhadap Ion Logam Kromium dan Timbal Dalam Berbagai Macam Limbah. *Jurnal Sains Dasar*, 3(1), 48-55.
- Kuntari., Bila, N. S., & Yuwono, N. 2017. Kajian Pengaruh Waktu dan pH Optimum dalam Adsorpsi Methyl Violet dan Methylene Blue Menggunakan Abu Daun Bambu. *Journal Cis-Trans (JC-T)*, 1(2), 14-19.
- Lafi, R., Montasser, I., & Hafiane, A. 2018. Adsorption of Congo Red Dye from Aqueous Solutions by Prepared Activated Carbon with Oxygen-Containing Functional Groups and Its Regeneration. *Adsorption Science & Technology*, 0(0), 1-22.
- Lee, J., Sarmah, A.K., & Kwon, E. E. 2019. *Production and Formation of Biochar*. Seoul: Sejong University.
- Li, J., Zhao, P., Li, T., Lei, M., Yan, W., & Ge, S. 2020. Pyrolysis Behavior Of Hydrochar from Hydrothermal Carbonization Of Pinewood Sawdust. *Journal Of Analytical and Applied Pyrolysis*, 146(2020), 1-7.
- Liu, N., Zhu, M., Wang, H., & Ma, H. 2016. Adsorption Characteristics Of Direct Red 23 from Aqueous Solution by Biochar. *Journal Of Molecular Liquids*, 223(2016), 335-342.

- Mahmood, K., Fazilah, A., Yang, T. A., Sulaiman, S., & Kamilah, H. 2018. Valorization Of Rambutan (*Nephelium lappaceum*) by-Products: Food and Non-Food Perspectives. *International Food Research Journal*, 25(3), 890-902.
- Martani, E., Margino, S., & Nurnawati, E. 2011. Isolasi dan Karakterisasi Jamur Pendegradasi Zat Pewarna Tekstil. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 18(2), 127-136.
- Melati, M. P., Nuraini, S., Putri, Y. A., Mardika, B., Suyanto, A., & Suproborini, A. 2019. Optimalisasi Limbah Kulit Buah Rambutan Menjadi Subkutan Sebagai Produk Pangan yang Berdaya Jual. *EnviroScienteae*, 15(2), 235-239.
- Mohamed, G. M., El-Shafey, O. I., & Fathy, N. A. 2017. Preparation Of Carbonaceous Hydrochar Adsorbents from Cellulose and Lignin Derived from Rice Straw. *Egypt Journal Chemistry*, 60(5), 793-804.
- Momina., Mohammad, S., & Isamil, S. 2020. Study Of The Adsorption/Desorption Of MB Dye Solution Using Bentonite Adsorbent Coating. *Journal Of Water Process Engineering*, 34(2020), 1-10.
- Nandiyanto, A. B. D., Oktiani, R., & Ragadhita, R. 2019. How to Read and Interpret FTIR Spectroscopic of Organic Material. *Indonesian Journal Of Science & Technology*, 4(1), 97-118.
- Ngapa, Y. D. 2017. Kajian Pengaruh Asam-Basa Pada Aktivasi Zeolit dan Karakterisasinya Sebagai Adsorben Pewarna Biru Metilena. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, 2(2), 90-96.
- Nizamuddin, S., Qureshi, S. S., Baloch, H. A., Siddiqui, M. T. H., Takkalkar, P., Mubarak, N. M., Dumbre, D. K., Griffin, G. J., Madapusi, S., & Tanksale, A. 2012. Microwave Hydrothermal Carbonization of Rice Straw: Optimization of Process Parameters and Upgrading of Chemical, Fuel, Structural and Thermal Properties. *Materials*, 12(3), 403.
- Nurdiansah, H & Susanti, D. 2013. Pengaruh Variasi Temperatur Karbonisasi dan Temperatur Aktivasi Fisika dari Elektroda Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Tempurung Kluwak Terhadap Nilai Kapasitansi Electric Double Layer Capacitor (EDLC). *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1), 13-18.
- Purkait, M. K., Maiti, A., DasGupta, S., & De, S. 2007. Removal Of Congo Red Using Activated Carbon and Its Regeneration. *Journal Of Hazardous Materials*, 145(2007), 287-295.
- Purnama, H & Kurnianto, A. R. 2016. Pemanfaatan Tongkol Jagung untuk Adsorpsi Zat Warna Reactive Blue 19. *The 3rd University Research Coloquium*, 41-47.
- Puspita, M., Firdaus, M. L., & Nurhamidah. 2017. Pemanfaatan Arang Aktif Sabut Kelapa Sawit Sebagai Adsoben Zat Warna Sintetis Reactive Red-120 dan Direct Green-26. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, 1(1), 75-79.

- Ramadhani, P., Zein, R., Chadir, Z., Zilfa., & Hevira, L. 2019. Pemanfaatan Limbah Padat Pertanian dan Perikanan Sebagai Biosorben untuk Penyerap Berbagai Zat Warna: Suatu Tinjauan. *Jurnal Zarah*, 7(2), 46-56.
- Ravisankar, R., Naseerutheen, A., Rajalakshmi, A., Annamalai, G, R., & Chandrasekaran, A. 2014. Application Of Thermogravimetry-Differential Thermal Analysis (TG-DTA) Technique to Study The Ancient Potteries from Vellore dist, Tamilnadu, India. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 129, 201-208.
- Rinaldi, R., Yasdi. Y., & Hutagalung, W. L. C. 2018. Removal of Ni (II) and Cu (II) Ions from Aqueous Solution Using Rambutan Fruit Peels (*Nephelium lappaceum* L.) as Adsorbent. *AIP Conference Proceedings*, 020098(2018), 1-7.
- Saraswati, I. G. A. A., Diantariani, N. P., & Suarya, P. 2015. Fotodegradasi Zat Warna Tekstil Congo Red Dengan Fotokatalis ZnO-Arang Aktif dan Sinar Ultraviolet (UV). *Jurnal Kimia*, 9(2), 175-182.
- Sari, T. I., Muhsin., & Wijayanti, H. 2016. Pengaruh Metode Aktivasi Pada Kemampuan Kaolin Sebagai Adsorben Besi (Fe) Air Sumur Garuda. *Konversi*, 5(2), 20-25.
- Sartika, N. D., Sa'id, E. G., Machfud., Sunarti, T. C., & Pari. G. 2014. Kajian Pembuatan Arang Aktif Berbahan Baku Bagas Tebu Melalui Kombinasi Proses Karbonisasi Hidrotermal dan Aktivasi Kimia. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 24(2), 157-165.
- Setiawan, K. A., Napitupulu, M., & Walanda, D. K. 2018. Biocharcoal dari Kulit buah rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) Sebagai Adsorben Zink dan Tembaga. *Jurnal Akademiika Kimia*, 7(4), 193-199.
- Sevilla, M & Fuertes, A. B. 2009. The Production Of Carbon Materials by Hydrothermal Carbonization Of Cellulose. *Carbon Journal*, 47(2009), 2281-2289.
- Sinha, P., Datar, A., Jeong, C., Deng, X., Chung, Y. G., & Lin, L. C. 2019. Surface Area Determination of Porous Materials Using the Brunauer–Emmett–Teller (BET) Method: Limitations and Improvements. *The Journal Of Physical Chemistry*, 123, 20195-20209.
- Sjahfirdi, L., Aldi, N., Maheshwari, H., & Astuti, P. 2015. Aplikasi Fourier Transform Infrared (FTIR) dan Pengamatan Pembengkakan Genital Pada Spesies Primata, Lutung Jawa (*Trachypithecus auratus*) untuk Mendeteksi Masa Subur. *Jurnal Kedokteran Hewan*, 9(2), 156-160.
- Surikumaran, H., Mohamad, S., & Sarih, M. N. 2014. Molecularly Imprinted Polymer Of Methacrylic Acid Functionalised β -Cyclodextrin for Selective Removal of 2,4-Dichlorophenol. *International Journal of Molecularly Sciences*, 15, 6111-6136.

- Susila, K., Siswani, E. D., & Fillaeli, A. 2014. Optimasi Kondisi Pada Sintesis Biosorben dari Pandan Laut dan Uji Adsorptivitasnya Terhadap Ion Logam Kromium dan Timbal Dalam Berbagai Macam Limbah. *Jurnal Sains Dasar*, 3(1), 48-55.
- Syarief. 2010. Pengaruh Konsentrasi Adsorbat, Temperatur, dan Tegangan Permukaan Pada Proses Adsorpsi Gliserol Oleh Alumina. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Wang, X., Jiang, C., Hou, B., Wang, Y., Hao, C., & Wu, J. 2018. Carbon Composite Lignin-Based Adsorbent For The Adsorption Of Dyes. *Chemosphere*, 206(2018), 587-596.
- Wu, L. M., Tong, D. S., Li, C. S., Ji, S. F., Lin, C. X., Yang, H. M., Zhong, K. Z., Xu, C. Y., Yu, W. H., & Zhou, C. H. 2016. Insight into Information of Montmorillonite-Hydrochar Nanocomposite Under Hydrothermal Conditions. *Applied Clay Science*, 199, 116-125.
- Zhang, X., Wang, Y., Cai, J., Wilson, K., & Lee, A, F. 2020. Bio/Hydrochar Sorbents For Environmental Remediation. *Energy & Environmental Materials*, 0(2020), 1-16.
- Zulaiha, S., Ritonga, P. S., & Maulana, A. N. 2019. Pemanfaatan Karbon Aktif Tulang Ayam Sebagai Adsorben dan Implementasinya Pada Pembelajaran Kimia. *Chempublish Journal*, 4(1), 9-18.