

**PEMANFAATAN *BOTTOM ASH* BATUBARA DAN KAYU GAHARU
DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH PRODUKSI
KAIN JUMPUTAN PALEMBANG**

TESIS

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Magister Teknik (M.T)

Pada

**Program Studi Teknik Kimia Bidang Kajian Umum Teknologi
Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh :

**EIS SRI HARTATI
03012621620003**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2019

HALAMAN PENGESAHAN

PEMANFAATAN *BOTTOM ASH BATUBARA* DAN KAYU GAHARU
DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH PRODUKSI
KAIN JUMPUTAN PALEMBANG

TESIS

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Magister
Teknik Kimia (M.T) Pada Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Palembang, 31 Desember 2019
Menyetujui
Pembimbing I



Dr. Ir. H. M. Hatta Dahlan., M.Eng
NIP. 195910191987111001

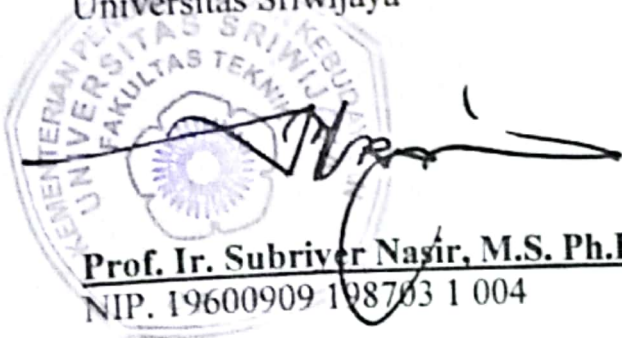
Pembimbing II



Dr. Tuti Inhlah Sari, S.T., M.T
NIP. 197502012000122001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya



Prof. Ir. Subriver Nasir, M.S. Ph.D
NIP. 196009091987031004

Koordinator Program Studi
Magister Teknik Kimia



Dr. David Bahrin, S.T., M.T
NIP. 198010312005011003

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tesis ini dengan judul "Pemanfaatan *Bottom Ash* Batubara dan Kayu Gaharu Dalam Pengolahan Air Limbah Produksi Kain Jumputan Palembang" telah dipertahankan di hadapan Tim penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Magister Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Desember 2019.



Palembang, Desember 2019.

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tesis

Ketua :

1. Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA
NIP. 195610241981032001

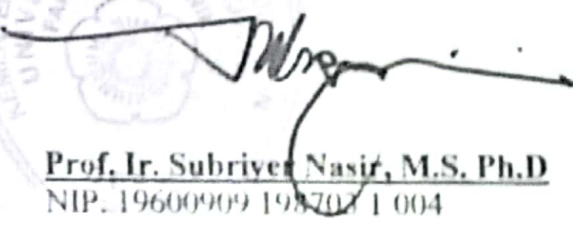
Anggota :

1. Dr. David Bahrin, S.T., M.T ( , Desember 2019)
NIP. 198010312005011003
2. Hj. Tuty Emilia Agustina, S.T, M.T, Ph.D ( , Desember 2019)
NIP. 197208092000032001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Koordinator Program Studi
Magister Teknik Kimia


Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S. Ph.D
NIP. 196009091987011004


Dr. David Bahrin, S.T., M.T
NIP. 198010312005011003

ABSTRACT

Liquid waste is easily recognized because of the presence of dyes. Waste containing dyes can cause visual pollution and increase the risk of environmental and health damage. The aim of this study was to determine the operating conditions of the best jumputan liquid waste treatment using *bottom ash* batubara and agarwood with variations in feed flow rate (1, 2, and 3 l/minutes), filtration time (30, 60, 90, and 120 minutes), and treatment. The results of jumputan liquid waste treatment are compared with the parameters of Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), and pH of clean water quality standards for jumputan industry businesses and/or activities regulated in the Governor's of Sumatera Selatan Regulation Number 16 of 2005 concerning Wastewater Quality Standards. The initial analysis of jumputan liquid waste before processing showed that jumputan liquid waste did not meet these quality standards, except pH and turbidity levels. In this study, jumputan liquid waste was pre-treated using coal bottom ash and activated carbon, then filtered. Biodegradation of jumputan liquid waste by konvensional method. The best of BOD, COD, TSS, pH, and the percentage of color rejection in the study were obtained in the treatment of jumputan liquid waste using *bottom ash* batubara and activated carbon at a 120 minutes filtration time and a 1 l/minutes feed flow rate namely BOD 5.98 mg/l, COD 15 mg/l, TSS 22.3 mg/l, pH 7.32, color 5 Pt-Co, and 0 NTU turbidity.

Keywords : jumputan liquid waste, bottom ash, agarwood

ABSTRAK

Limbah yang mengandung zat warna dapat menyebabkan polusi secara visual dan dapat meningkatkan resiko kerusakan lingkungan dan kesehatan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi operasi pengolahan limbah cair jumptan terbaik dengan menggunakan *bottom ash* batubara dan kayu gaharu dengan variasi laju alir umpan (1, 2, dan 3 liter/menit), waktu filtrasi (30, 60, 90, dan 120 menit), dan perlakuan. Hasil pengolahan limbah cair jumptan dibandingkan dengan parameter warna, kekeruhan, *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solids* (TSS), dan pH baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan industri tekstil yang diatur dalam Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomor 16 Tahun 20054 tentang Baku Mutu Air Bersih. Analisa awal limbah cair jumptan sebelum diolah menunjukkan bahwa limbah cair jumptan belum memenuhi baku mutu air bersih tersebut, kecuali pH dan kadar kekeruhan. Penelitian ini, limbah cair jumptan diolah dengan menggunakan *pre-treatment bottom ash* batubara dan karbon aktif, kemudian difiltrasi. Perlakuan limbah cair jumptan dilakukan dengan menggunakan metode konvensional dan persentase penurunan warna terbaik dalam penelitian diperoleh pada pengolahan limbah cair jumptan dengan menggunakan karbon aktif kayu gaharu pada waktu filtrasi 120 menit dan laju alir umpan 1 liter/menit yaitu BOD 5,98 mg/l, COD 15 mg/l, TSS 22,3 mg/l, pH 7,32, warna 5 Pt-Co, dan kekeruhan 0 NTU.

Kata Kunci : limbah cair jumptan, bottom ash, kayu gaharu

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	6
1.5. Ruang Lingkup.....	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Limbah Cair Industri Kain Jumputan Palembang.....	7
2.2. <i>Bottom Ash</i>	11
2.3. Kayu Gaharu.....	13
2.4. Karbon Aktif.....	16
2.5. Analisa Limbah.....	18
2.6. Adsorpsi.....	19
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	23
3.2. Alat dan Bahan	23
3.2.1. Alat	23
3.2.2. Bahan	24
3.3. Prosedur Rancangan Alat	24
3.3.1. Bahan Pengisi <i>Housing Filter</i>	24
3.3.2. Diagram Alir Penelitian.....	25

3.3.3. Variabel dan Parameter Penelitian.....	26
3.4. Prosedur Penelitian.....	26
3.4.1. Prosedur Pembuatan Karbon Aktif.	26
3.4.2. Prosedur Persiapan Bahan Baku.....	27
3.4.3. Prosedur Penggunaan <i>Housing Filter</i>	27
3.4.4. Rangkaian Alat.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Analisa Awal Limbah Cair Jumputan dengan Baku Mutu Air Limbah dan Baku Mutu Air Bersih Kegiatan Industri Tekstil.....	30
4.2. Hasil Analisa Pengolahan Limbah Cair Jumputan dengan Metode Konvensional (Variasi 1 Kolom : Pasir Silika).....	31
4.3. Hasil Analisa Pengolahan Limbah Cair Jumputan dengan Metode Konvensional (Variasi 2 Kolom : Pasir Silika dan <i>Bottom Ash</i> Batubara).....	36
4.4. Hasil Analisa Pengolahan Limbah Cair Jumputan dengan Metode Konvensional (Variasi 3 Kolom : Pasir Silika, <i>Bottom Ash</i> Batubara, dan Karbon Aktif Komersil).....	41
4.5. Hasil Analisa Pengolahan Limbah Cair Jumputan dengan Metode Konvensional (Variasi 3 Kolom : Pasir Silika, <i>Bottom Ash</i> Batubara, dan Karbon Aktif Kayu Gaharu).....	44
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan.....	50
5.2. Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sampel <i>Bottom Ash</i> Kering.....	13
Gambar 2.2. Mekanisme Adsorpsi Pada Karbon Aktif.....	20
Gambar 3.1. <i>Housing Filter</i> yang Digunakan.....	24
Gambar 3.2. Pemasangan Isian <i>Filter</i> Pada <i>Housing Filter</i> yang Digunakan.....	25
Gambar 3.3. Diagram Alir Pengolahan Limbah Cair Industri Kain Jumputan.....	25
Gambar 3.4. Rangkaian Alat.....	28
Gambar 4.1. Pengujian kadar BOD (Variasi I)	32
Gambar 4.2. Pengujian kadar COD (Variasi I)	33
Gambar 4.3. Pengujian kadar TSS (Variasi I).....	33
Gambar 4.4. Pengujian kadar pH (Variasi I).....	33
Gambar 4.5. Pengujian kadar Warna (Variasi I).....	34
Gambar 4.6. Pengujian kadar Kekeruhan (Variasi I).....	34
Gambar 4.7. Pengujian Kadar BOD (mg/L) dan COD (mg/L) Variasi II.....	37
Gambar 4.8. Pengujian Kadar TSS (mg/L) dan pH Variasi II.....	38
Gambar 4.9. Pengujian Kadar Warna (Pt-Co) dan Kekeruhan (NTU) Variasi II ..	38
Gambar 4.10. Pengujian Kadar BOD (mg/L) dan COD (mg/L) Variasi III.....	42
Gambar 4.11. Pengujian Kadar TSS (mg/L) dan pH Variasi III.....	42
Gambar 4.12. Pengujian Kadar Warna (Pt-Co) dan Kekeruhan Variasi III.....	42
Gambar 4.13. Pengujian Kadar BOD (mg/L) dan COD (mg/L) Variasi IV.....	45
Gambar 4.14. Pengujian Kadar TSS (mg/L) dan pH Variasi IV.....	45
Gambar 4.15. Pengujian Kadar Warna (Pt-Co) dan Kekeruhan Variasi IV.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1... Baku Mutu Limbah Cair Industri Tekstil.....	9
Tabel 2.2. . Standar Baku Mutu Air Bersih.....	10
Tabel 4.1. Perbandingan Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Industri Tekstil dan Baku Mutu Air Bersih dengan Hasil Analisa Awal Limbah Cair jumputan.....	30
Tabel 4.2. Hasil Analisa Limbah Cair Jumputan dengan Metode Konvensional (Variasi 1 Kolom : Pasir Silika).....	31
Tabel 4.3. Hasil Analisa Limbah Cair Jumputan dengan Metode Konvensional (Variasi 2 Kolom : Pasir Silika dan <i>Bottom Ash</i> Batubara).....	37
Tabel 4.4. Hasil Analisa Limbah Cair Jumputan dengan Metode Konvensional Variasi 3 Kolom (Pasir Silika, <i>Bottom Ash</i> Batubara, dan Karbon Aktif Komersil).....	41
Tabel 4.5. Perbandingan Hasil Analisa Limbah Cair Jumputan dengan Metode Konvensional (Variasi 3 Kolom : Pasir Silika, <i>Bottom Ash</i> Batubara, dan Karbon Aktif Komersil / Karbon Aktif dari Kayu Gaharu).....	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil dan Baku Mutu Air Bersih.....	56
Lampiran 2. Data Hasil Analisis.....	58
Lampiran 3. Data Hasil Analisis Persentase Peunurunan Kadar Air Limbah.....	62
Lampiran 4. Gambar Alat, Bahan, dan Sampel Penelitian.....	66
Lampiran 5. Data	73

DAFTAR NOTASI

Diameter	: cm
Flowrate/Laju alir	: Liter/menit
Kadar BOD	: mg/l
Kadar COD	: mg/l
Kadar TSS	: mg/l
Kekeruhan	: NTU (Nephelometri Total Unit)
Massaa	: gram
Persentase	: %
Temperatur	: °C
Volume	: Liter
Waktu	: menit
Warna	: Unit Pt-Co (Unit Platinum Cobalt)

DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

Al	<i>Aluminium</i>
Al₂O₃	<i>Aluminium Oksida</i>
BOD	<i>Biological Oxygen Demand</i>
Ca	<i>Calcium</i>
CaCO₃	<i>Calcium Carbonate</i>
CO	<i>Karbon monoksida</i>
CO₂	<i>Karbon Dioksida</i>
COD	<i>Chemical Oxygen Demand</i>
CH₄	<i>Methane</i>
FAS	<i>Ferro Ammonium Sulfat</i>
Fe	<i>Ferrum</i>
H₂	<i>Hydrogen</i>
H₂O	<i>Water</i>
Mg	<i>Magnesium</i>
Na	<i>Natrium Sulfida</i>
NH₃	<i>Amonia</i>
pH	<i>Power of Hydrogen</i>
PLTU	<i>Pembangkit Listrik Tenaga Uap</i>
S	<i>Sulfur</i>
Si	<i>Silikon</i>
SiO	<i>Silikon Dioksida</i>
TBC	<i>Tuberculosis</i>
TSS	<i>Total Suspended Solid</i>

DAFTAR LAMBANG

Ø	Diameter	cm
q	Flowrate/Laju alir	Liter/menit
Ks	Kadar BOD	mg/l
Ks	Kadar COD	mg/l
Ks	Kadar TSS	mg/l
Ks	Kekeruhan/ Nephelometri Total Unit	(NTU)
m	Massa	gram
%	Persentase	%
T	Temperatur	°C
V	Volume	Liter
T	Waktu	menit
Ks	Warna/Unit Platinum Cobalt	Unit Pt-Co

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan dan perikehidupan manusia, serta untuk memajukan kesejahteraan umum sehingga merupakan modal dasar dan faktor utama pembangunan. Air juga merupakan komponen lingkungan hidup yang penting bagi kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Air merupakan kebutuhan pokok bagi kehidupan, karena kehidupan di dunia tak dapat berlangsung terus tanpa tersedianya air yang cukup. Jumlah air tawar yang tersedia dan siap dipakai manusia sangat terbatas, tetapi kebutuhan akan air ini selalu meningkat karena meningkatnya populasi dan kegiatan manusia di segala bidang (Asmadi dkk, 2011).

Akhir-akhir ini sulit mendapatkan air bersih. Penyebab sulitnya mendapatkan air bersih adalah adanya pencemaran air yang disebabkan oleh limbah industri, rumah tangga, dan limbah pertanian. Selain itu adanya pembangunan dan penjarahan hutan merupakan penyebab berkurangnya kualitas mata air dari pegunungan karena banyak bercampur dengan lumpur yang terkikis terbawa aliran air sungai. Akibatnya, air bersih terkadang menjadi barang langka (Alamsyah, 2007).

Salah satu pencemaran air yang disebabkan oleh industri adalah produksi kain jumputan. Seiring terjadinya peningkatan jumlah industri kain jumputan akan mengakibatkan meningkatnya penggunaan bahan pewarna benang tekstil yang mengandung zat *surface active agent* (surfaktan). Penggunaan pewarna dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan pencemaran air yang lebih besar sehingga dapat membahayakan kehidupan biota air, tumbuhan, dan manusia yang mengkonsumsi air tersebut.

Biomassa adalah keseluruhan makhluk hidup (hidup atau mati), misalnya tumbuh-tumbuhan, binatang, mikroorganisme, dan bahan organik (termasuk sampah organik). Unsur utama dari biomassa adalah bermacam-macam zat kimia (molekul) yang sebagian mengandung atom karbon. Bila kita membakar biomassa, karbon tersebut dilepaskan ke udara dalam bentuk karbon dioksida (CO₂). Energi biomassa merupakan energi tertua yang telah digunakan sejak peradaban manusia dimulai, sampai saat inipun energi biomassa masih memegang peranan penting khususnya di daerah pedesaan (Daryanto, 2007).

Kayu gaharu adalah hasil kekayaan Indonesia yang belum dimanfaatkan secara optimal sehingga bagi industri minyak wangi maupun lingkungan pemanfaatan kayu gaharu dapat menjadi arang mempunyai prospek yang bagus dan ekonomi untuk dikembangkan di kemudian hari. Hasil pengarangan kayu gaharu pada suhu 300 °C akan mengakibatkan penguraian lignoselulosa menjadi asama setat, methanol, gas CO, CH₄, H₂, dan CO₂ (Apriliani, 2010). Arang kayu gaharu yang dibuat melalui tahap pirolisis (proses karbonisasi) pada suhu tertentu dapat dijadikan alternatif adsorben untuk menyerap ion logam berat beracun yang dijadikan briket (Mukhlieshin, 1997).

Kayu gaharu merupakan salah satu komoditi hasil hutan. Kayu gaharu mempunyai aroma yang wangi dan khas. Kayu gaharu mempunyai nilai ekonomis yang paling rendah dan biasanya kurang mendapat perhatian dan cenderung tidak diminati oleh pasar. Kayu gaharu dibandingkan kayu lainnya yang merupakan hasil komoditi hutan di Indonesia dapat dimanfaatkan dalam berbagai kebutuhan diantaranya industri parfum/pengolahan minyak gaharu, bahan aromaterapi, dan untuk memperoleh manfaat kayu gaharu agar dapat digunakan secara langsung, maka dilakukan inovasi alternatif proses adsorpsi dengan karbon aktif kayu gaharu. Dimana kayu gaharu mengandung resin, dapat menurunkan tingkat kesadahan yang tinggi pada air, menghilangkan kandungan kapur (CaCO₃), perekat, dan lain sebagainya. Pemanfaatan mutu kayu gaharu kualitas rendah dan kayu gaharu sisa penyulingan minyak kayu gaharu / ampas / tidak mengandung gaharu selain dimanfaatkan sebagai minyak gaharu, dupa, aroma terapi, obat merupakan masa depan cerah meningkatkan mutu kayu gaharu inovasi pembuatan arang aktif dari kayu gaharu selain arang aktif dari kayu-kayu lainnya.

Bottom ash adalah bahan buangan dari proses pembakaran batubara pada pembangkit tenaga yang mempunyai ukuran partikel lebih besar dan lebih berat daripada *fly ash*, sehingga *bottom ash* akan jatuh pada dasar tungku pembakaran (*boiler*). *Bottom ash* mudah diperoleh dalam jumlah yang melimpah, sehingga dapat menjadi alternatif dalam pengolahan limbah cair produksi kain jumputan Palembang (Rosyida, 2011).

Pasir silika merupakan media berpori yang dapat digunakan untuk menyaring molekul berdasarkan perbedaan ukuran, bentuk, dan polaritas dari molekul yang disaring. Pasir silika dapat menyaring molekul karena mempunyai pori-pori yang berukuran cukup besar. Molekul yang berukuran lebih kecil dari pori tersebut akan terserap, sedangkan yang berukuran lebih besar akan tertolak. Penelitian mengenai penggunaan pasir silika sebagai material penyerap logam berat dalam limbah cair tekstil menunjukkan pasir silika dapat menyerap logam berat.

Karbon aktif merupakan *carbonaceous material* yang sudah diaktifkan sehingga pori-porinya terbuka dan permukaannya bertambah luas. Permukaan karbon aktif yang luas ini, daya adsorpsinya terhadap cairan dan gas makin tinggi. Molekul yang berukuran kecil mudah terserap pada pori-pori karbon aktif, tetapi molekul berukuran besar lebih sulit masuk (Weber, 1981).

Penyerapan molekul asam dan basa oleh karbon aktif yang bersifat non polar sangat tergantung pada pH larutan, karena adanya kekuatan tarik menarik elektrostatik. Ini berarti bahwa adsorpsi pada suasana netral umumnya lebih kuat (Getzen dan Ward, 1969). Adsorpsi elektrolit yang terjadi pada karbon aktif juga dapat digunakan untuk mengurangi logam berat pada limbah. Komponen zat organik yang mudah dijerap oleh karbon aktif diantaranya adalah zat warna, benzene, toluene, phenol, pestisida dan herbisida. Sedangkan komponen zat organik yang sulit dijerap oleh karbon aktif adalah alkohol, kanji, selulosa, gula dan padatan koloid (Froelich, 1978).

Industri kain jumputan Palembang merupakan salah satu dari komoditas usaha kecil menengah yang banyak dijumpai di beberapa daerah. Khususnya di Palembang, industri pembuatan kain jumputan Palembang mulai dikembangkan. Hanya saja banyaknya industri kain jumputan Palembang yang berkembang memberikan dampak negatif bagi pencemaran lingkungan akibat dari limbahnya. Salah satu dampak negatifnya adalah limbah cair tidak diolah sebelum dibuang ke lingkungan (Utami, 2016).

Fitri, dkk. (2016) melakukan adsorpsi *rhodamine B* menggunakan silika hasil sintesis dilakukan dengan variasi waktu kontak 10-60 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum adsorpsi *Rhodamine B* oleh pasir silika dengan pH optimum pada pH 2 dan waktu kontak optimum 20 menit, dengan kapasitas adsorpsi sebesar 4,95 mg/L.

Kuntari, dkk. (2014) melakukan penelitian tentang adsorpsi *acid red 114* menggunakan abu dasar batubara. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kemampuan abu dasar batubara dalam mengadsorpsi *acid red 114*. Beberapa parameter adsorpsi seperti dosis adsorben, waktu kontak dan pH medium dikaji dalam proses adsorpsi. Hasil adsorpsi terhadap larutan *acid red 114* mencapai optimum dengan persentase adsorpsi sebesar 91,2 % ketika kondisi pH 1,5, waktu kontak 80 menit, konsentrasi *acid red 114* sebesar 10 mg/L.

Lia, dkk. (2016) melakukan penelitian konversi plastik menjadi karbon aktif. Kemudian karbon aktif ini diujikan untuk menyerap pengotor yang terdapat dalam limbah cair kain jumputan. Variasi yang digunakan adalah jenis aktivasi (tanpa aktivasi, aktivasi

kimia, aktivasi fisika, dan kombinasi aktivasi kimia dan fisika) dan jumlah karbon aktif yang ditambahkan (10, 20, dan 30 gram). Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon aktif yang diaktivasi secara kimia fisika dengan jumlah karbon aktif sebesar 30 gram merupakan aktivasi terbaik, dengan penurunan COD 98,41 %, BOD 98,71 %, dan TSS 97,86 %.

Yoseva, dkk. (2015) melakukan penelitian pengolahan air gambut untuk mendapatkan air bersih dengan menggunakan adsorpsi padat dengan memanfaatkan limbah ampas tebu sebagai karbon aktif. Arang ampas tebu dikarakteristik dengan kandungan daya serapnya untuk menghasilkan air dengan meningkatkan kualitas air gambut. Variabel bebas waktu yang digunakan yaitu 30, 60, 90 menit. Didapatkan hasil semakin bertambah waktu maka hasil yang didapatkan semakin baik.

Swastha (2010) melakukan penelitian pengolahan limbah pabrik tahu dengan metode yang digunakan yaitu arang aktif digunakan sebagai adsorben. Arang aktif direndam dengan variasi waktu 12, 14, dan 16 jam, kemudian diamati nilai COD dan BOD dari limbah cair tahu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu perendaman maka penurunan nilai COD dan BOD juga semakin rendah.

Waktu perendaman terbaik untuk penurunan COD dan BOD yaitu 12 jam. Selanjutnya dilakukan penelitian dengan waktu terbaik yaitu 12 jam dengan massa arang aktif yang divariasika yaitu 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4 gram. Maka didapat massa terbaik untuk penurunan nilai COD dan BOD yaitu 1,2 gram. Kondisi waktu perendaman selama 12 jam dan massa adsorben arang aktif kulit singkong 1,2 gram didapat penurunan COD yaitu 141,312 mg/L dan BOD yaitu 101,184 mg/L

Penelitian ini melakukan pengolahan limbah cair industri kain juputan dengan metode alternatif. Metode alternatif yang digunakan untuk mengolah limbah cair industri kain juputan Palembang adalah dengan menggunakan campuran limbah *bottom ash* batubara dan arang aktif kayu gaharu sebagai adsorben. Penambahan arang aktif dari kayu gaharu dan *bottom ash* selain dapat meningkatkan kemampuan dari filter sebagai adsorben, juga memiliki nilai ekonomis yang sangat murah karena memanfaatkan limbah buangan menjadi sesuatu yang bisa bermanfaat. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan suatu bahan filter yang paling efektif. Hal ini dilakukan dengan membandingkan kemampuan jenis media filter yaitu pasir silika, *bottom ash* batubara, karbon aktif komersil, dan karbon aktif kayu gaharu.

1.2. Rumusan Masalah

- 1). Bagaimana pengaruh laju alir umpan terhadap penurunan kadar warna, kekeruhan, pH, BOD, COD, TSS pada proses pengolahan air limbah produksi kain jumputan Palembang dengan menggunakan *bottom ash* batubara, dan arang aktif dari kayu gaharu.
- 2). Bagaimana pengaruh waktu filtrasi terhadap penurunan kadar, warna, kekeruhan, pH, BOD, COD, TSS pada proses pengolahan air limbah produksi kain jumputan Palembang dengan menggunakan *bottom ash* batubara, dan arang aktif dari kayu gaharu.

1.3. Tujuan

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1). Untuk mengevaluasi pengaruh laju alir umpan terhadap penurunan kadar, warna, kekeruhan, pH, BOD, COD, TSS pada proses pengolahan air limbah produksi kain jumputan Palembang dengan menggunakan *bottom ash* batubara, dan arang aktif dari kayu gaharu.
- 2). Untuk mengevaluasi pengaruh waktu filtrasi terhadap penurunan kadar warna, kekeruhan, pH, BOD, COD, TSS pada proses pengolahan air limbah produksi kain jumputan Palembang dengan menggunakan *bottom ash* batubara, dan arang aktif dari kayu gaharu.

1.4. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1). Dapat memberikan masukan pengolahan air limbah pada Industri kain jumputan Palembang.
- 2). Sebagai sumbangsih bagi Instansi/Industri terkait bahwa *bottom ash* batubara, kayu gaharu dapat dimanfaatkan secara maksimal.
- 3). Dengan pemanfaatan sumber daya terbaharukan dapat mengurangi pencemaran lingkungan sekitar.

1.5. RuangLingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah membahas sebagai berikut :

- 1). Pemanfaatan limbah *bottom ash* batubara didapatkan dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Simpang Belimbing Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan.

- 2). Pemanfaatan limbah biomassa jenis kayu gaharu didapatkan dari Kabupaten Bangka Tengah, dari hasil penyulingan minyak kayu gaharu.
- 3). Pengolahan air limbah industri kain jumputan Palembang didapatkan langsung dari industri kain jumputan daerah Kertapati Palembang, Sumatera Selatan.
- 4). Parameter yang digunakan dalam analisa air filtrat adalah warna, kekeruhan, pH, TSS, COD, BOD.
- 5). Variabel yang digunakan dalam pengolahan air limbah industri kain jumputan Palembang yaitu variabel waktu (menit), laju alir (liter/menit).

DAFTAR PUSTAKA

- A. Dabrowski. 2001. "Adsorption from theory to practice". Faculty of Chemistry, M. Curie-Skłodowska University, Lublin, Poland. [17] Paul A. Webb. 2003. "Introduction to Chemical Adsorption".
- Agustina, T. E., dan Ang, H. M. 2012. *Decolorization and Mineralization of C. I. Reactive Blue 4 and C. I. Reactive Red 2 by Fenton Oxidation Process*. International Journal of Chemical and Environmental Engineering 3 (3):142-147.
- Alamsyah, S. 2007. *Alat Penjernih Air Untuk Rumah Tangga*. Kawan Pustaka. Jakarta.
- Al-Degs, Y.S., El-Barghouthi, M.I., El-Sheikh, A.H., Walker, G.M. 2008. Effect of Solution pH, Ionic Strength, and Temperature on Adsorption Behaviour of Reactive Dyes on Activated Carbon. *Dyes and Pigments*. 77 : 16-2.
- Aliaman, 2017. *Pengaruh Adsorpsi Karbon Aktif dan Pasir Silika Terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe), Fosfat (PO₄) dan Deterjen Dalam Limbah Laundry*. Skripsi Jurusan Pendidikan Fisika. Universitas Negeri Yogyakarta
- Al-Naeem, M.A. 2008. Influence of water stress on water use efficiency and dry-hay production of alfalfa in Alabsa, Saudi Arabia. *International Journal of Soil Science*. Academic Journals 3 (3): 119 – 126.
- Anderson, R. 1991. *Sample Pretreatment and Separation, Analytical Chemistry by Open Learning*. John Wiley and Sons. New York.
- Asmadi, Khayan, dan Kasjono H.S. 2011. *Teknologi Pengolahan Air Minum*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Bahl, B.S, Tuli, G.D, dan Bahl, A. 2004. *Essentials of Physical Chemistry*. New Delhi : S. Chand & Company Ltd.
- Batrisyiah herbal, 2012. *Pengaruh Letak Daun dan Lama Fermentasi terhadap Mutu Teh Daun Gaharu*. Skripsi Universitas Sumatera Utara.

- Culp, R.L, dan Culp, G.L, 1986. *Hand Book of Public Water System*, Mc Graw-Hill, New York.
- Cundari, Lia dkk. 2016. Pengolahan Limbah Cair Industri Kain Jumputan Menggunakan Karbon Aktif Dari Sampah Plastik. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya*.
- Daryanto. 2007. *Energi : Masalah dan pemanfaatannya Bagi Kehidupan Manusia*. Yogyakarta: Pustaka Widyatama.
- Djarmico dan Prowiro, 1970. *Pembuatan Arang Aktif*. Lembaga Pengetahuan Indonesia, Bandung.
- Edy B. 2007 : *Fly Ash-Bottom Ash dan Pemanfaatannya*, <http://b3.menlh.go.id/3r/artikel.php>.
- Esa Madina Fitri, Elvia Rina, dan Chandra I nyoman. 2017. Analisis Kapasitas Adsorpsi Silika dari Pasir Pantai Panjang Bengkulu terhadap Pewarna Rhodamine B. *Jurnal Universitas Bengkulu, Indonesia*.
- Ginting, F. D. 2008. *Pengujian Alat Pendingin Sistim Adsorpsi Dua Adsorber dengan Menggunakan Metanol 1000 ml Sebagai Refrigeran*. Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Gubernur Sumatera Selatan. 2005. Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomor 16 Tahun 2005 tentang Baku Mutu Air Bersih. Palembang.
- Hendra D. 2007. Pembuatan Arang Aktif Dari Limbah Pembalakan Kayu Puspa Dengan Teknologi Produksi Skala Semi Pilot. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan vol 25 : 93-107*.
- Ikawati dan Melati. 2009. Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Kulit Singkong UKM Tapioka Kabupaten Pati. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Kula, A. Olgun. 2008. "Effectts of Colemanite Waste, Coal Bottom Ash and Fly Ash on The Properties of Cement", *Journal of cement and concrete research*, p.491-494.
- Kuntari, Hidayat Aprilita Nurul, dan Suherman. 2014. Adsorpsi *acid red 114* menggunakan abu dasar batubara. *Jurnal MIPA*. Univeristas Gadah Mada Yogyakarta, Indonesia.

- Mardana, 2007. Pengolahan yang Tepat bagi Limbah Cair. (<http://akademik.che.itb.ac.id/labtek/wpcontent/uploads/2007/08/modul-pengolahan-air.pdf>, diakses 27 Mei 2016).
- Manurung, R. 2004. *Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Anaerob-Aerob*. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Meliza, Iriany., Sibarani, F.A.S., dan Irvan. (2016). Pengaruh Perbandingan Massa Eceng Gondok dan Tempurung Kelapa Serta Kadar Perekat Tapioka Terhadap Karakteristik Briket. *Jurnal Teknik Kimia USU*.
- Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2014. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia.
- Mermaliandi dan Yourdan. 2015. Pengaruh Konsentrasi, Waktu Reaksi dan Rasio Molar Pada Pengolahan Pewarna Sintetis Procion red Menggunakan Foto-Fenton. Laporan Penelitian Teknik Kimia: Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Moulton LK, Seals RK, Anderson DA, 1973. *Utilization of ash from coal burning power plants in highway construction. Transportation Research Record* 1973 (430):26-39.
- M. Tutik dan Faizah H. 2001. "Aktivasi Arang Tempurung Kelapa Secara Kimiadengan Larutan Kimia $ZnCl_2$, KCl dan HNO_3 ". Jurusan Teknik Kimia UPN. Yogyakarta.
- Mukhlieshien. 1997. Pembuatan Arang dari Ampas Tebu secara Pirolisis. Laporan Penelitian. Aceh: Universitas Syah Kuala Darussalam Aceh.
- Putranto, Ari Dwi dan Razif, M. 2005. Pemanfaatan Kulit Biji Mete Untuk Arang Aktif Sebagai Adsorben Terhadap Penurunan Parameter Phenol. Institut Teknologi Sepuluh Nopember-Surabaya.
- Ramey, Victor. 1995. Optimalisasi Fermentasi Teknologi Bioproses Bungkil Kelapa. Kumpulan Hasil Penelitian APBN Tahun Anggaran 1994/1995. *Center for Aquatic and Invasive Plants*.

- Ronny dan Mahyuddin Syam, Dedi. 2018. Aplikasi Teknologi Saringan Pasir Silika dan Karbon Aktif dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD Limbah Cair Rumah Sakit Mitra Husada Makassar. Jurnal Penelitian. Politeknik Negeri Makassar.
- Rosyida, A. 2011. Bottom Ash Limbah Batubara sebagai Media Filter yang Efektif pada Pengolahan Limbah Cair Tekstil. *Jurnal Rekayasa Proses*. Vol. 5(2).
- Shreve, R. N. 1997. Chemical Process Industries. Mc Grow Hill. NewYork.
- Soehartono, T. dan A. Mardiasuti, 2003. Pelaksanaan Konvensi Cites di Indonesia. Japan International Cooperation Agency (JICA). Jakarta.
- Sunaryo, Ign dan Sutyasmi, Sri. 2010. Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Riset Penyamakan Kulit di Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik (BBKKP). Jurnal Riset Industri. Performa Teknologi dan Mutu Produksi Indonesia. Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik (BBKKP). Yogyakarta. Indonesia.
- Sulistyo AS. 2010. Perkembangan Pemanfaatan Gaharu. Bogor : Penerbit Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam.
- Suryawan, 2004. Karakteristik Zeolit Indonesia sebagai Adsorben Uap, Air. Disertasi. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Swastha, Jatu Taufiq, 2010. Kemampuan Arang Aktif Dari Kulit Singkong dan Tongkol Jagung Dalam Penurunan Kadar COD dan BOD Limbah Pabrik Tahu. Tugas Akhir Studi Strata I Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.
- Tarigan, K. 2004. Profil Pengusahaan (Budidaya) Gaharu. Departemen Kehutanan. Pusat Bina Penyuluhan Kehutanan. Jakarta.
- Utami, Putri. 2016. Pengolahan Limbah Cair Tahu dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. Laporan Akhir. Palembang: Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
- Wardani, 2008. Pemanfaatan Limbah Batubara (*Fly Ash*) Untuk Stabilisasi Tanah Maupun Keperluan Teknik Sipil Lainnya Dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Weber, W. J, 1972, *Physics Chemical Process for Water Quality Control*, John

Wiley & Sons, New York.

Weber, W. J., Jr., 1981. Concepts and Principles of Carbon Applications in Wastewater Treatment. In W. W. Eckenfelder, Jr. (ed.), Application of Adsorption to Wastewater Treatment, Enviro Press, Nashville.

Yoseva, P. L., Muchtar, A., & Sophia, H. (2015). Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu sebagai Adsorben untuk Peningkatan Kualitas Air Gambut. *JOM FMIPA Volume 2 No. 1*, 56-63.

Yusnita. 2003. Kiat Mengatasi Permasalahan Praktis Kultur Jaringan. Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien. Agromedia Pustaka : Depok.