

**PENYISIHAN POLUTAN PADA LIMBAH BINATU
MENGUNAKAN ADSORBEN ARANG BAMBU AKTIF**

TUGAS AKHIR

**Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik
Lingkungan**

**Diajukan Oleh
SOFIA RUMI
NIM. 160702043**

**Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM - BANDA ACEH
2021 M / 1442 H**

LEMBAR PERSETUJUAN

PENYISIHAN POLUTAN PADA LIMBAH BINATU MENGUNAKAN ADSORBEN ARANG BAMBU AKTIF

TUGAS AKHIR

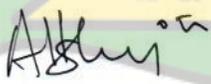
Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Diajukan oleh:
SOFIA RUMI
NIM. 160702043

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

Banda Aceh, 28 Januari 2021
Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I  Pembimbing II


Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.
NIDN. 2002028301


Arief Rahman, M.T.
NIDN. 2010038901

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh


Dr. Eng. Nur Aida, M.Si.
NIDN. 2016067801

LEMBAR PENGESAHAN

**PENYISIHAN POLUTAN PADA LIMBAH BINATU
MENGUNAKAN ADSORBEN ARANG BAMBU AKTIF**

TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Kamis, 28 Januari 2021
15 Jumadil Akhir 1442

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

Ketua,



Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.
NIDN. 2002028301

Sekretaris,



Arief Rahman, M.T.
NIDN. 2010038901

Penguji I,



Rizna Rahmi, M.Sc.
NIDN. 2024108402

Penguji II,



Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.
NIDN. 2013128901

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Azhar Amsal, M.Pd.
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sofia Rumi
NIM : 160702043
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Tugas Akhir : Penyisihan Polutan Pada Limbah Binatu Menggunakan Adsorben Arang Bambu Aktif

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.:::

Bila di kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, 28 Januari 2021

Yang membuat pernyataan,



ABSTRAK

Nama : Sofia Rumi
NIM : 160702043
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Penyisihan Polutan pada Limbah Binatu Menggunakan Adsorben Arang Bambu Aktif
Tanggal Sidang : 28 Januari 2021
Tebal Skripsi : 84
Pembimbing : Teuku Muhammad Ashari, M.Sc
Kata Kunci : Adsorpsi, Arang bambu aktif, Dosis optimum, Limbah binatu.

Perkembangan jasa binatu menyumbang dampak besar bagi pencemaran lingkungan, kesehatan manusia serta ekosistem yang berada di badan air. Dalam limbah binatu mengandung surfaktan, serta adanya penggunaan deterjen pada limbah binatu dapat mempengaruhi parameter seperti COD, TSS dan pH. Adsorpsi merupakan salah satu solusi menarik yang dapat diterapkan, karena dapat dilakukan dengan berbagai jenis material. Koagulan yang digunakan berupa karbon aktif yang berasal dari bambu. Penelitian ini dilakukan guna mengetahui pengaruh variasi dosis optimum arang bambu aktif serta efisiensinya untuk menurunkan kadar pH, TSS, COD dan surfaktan. Arang bambu diaktifkan menggunakan aktivator Natrium Karbonat (Na_2CO_3) dengan konsentrasi 20%. Pengujian awal air limbah sebelum dilakukan proses adsorpsi untuk pH, TSS, COD dan surfaktan sebesar (8,0), (183 mg/L), (411 mg/L) dan (6,512 mg/L) masih berada diatas standar baku mutu PERMEN LH No.5 Tahun 2014. Setelah dilakukannya penelitian, hasil menunjukkan bahwa pengaruh optimal arang bambu aktif terhadap penurunan pH (7,4), TSS (54 mg/L), COD (121,2 mg/L) dan surfaktan (4,416 mg/L) terjadi pada dosis arang sebesar 15 g/L.

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kemampuan berfikir untuk penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir pada mata kuliah tugas akhir. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Kemudian salam dan sejahtera penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW, dimana kehadirannya menjadi lentera untuk umat manusia di permukaan bumi sehingga tercipta kedamaian dan ketinggian makna ilmu pengetahuan di dunia ini. Dengan hasil orientasi penulis serta bimbingan dari berbagai pihak, penulis memutuskan untuk mengambil judul "Penyisihan Polutan pada Limbah Binatu Menggunakan Adsorben Arang Bambu Aktif". Selama pengerjaan tugas akhir penulis telah banyak mendapatkan bantuan dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya sebagai penulis mengucapkan terima kasih atas bimbingannya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Selanjutnya pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih setulus-tulusnya kepada:

1. Dr. Azhar Amsal, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
2. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si., selaku Ketua Prodi Teknik Lingkungan
3. Ibu Yeggi Darnas, M.T., selaku Sekretaris Prodi Teknik Lingkungan Dan selaku Koordinator Tugas Akhir
4. Bapak Teuku Muhammad Ashari, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberi arahan dan membimbing dari awal sampai akhir pengerjaan tugas akhir.
5. Bapak Arif Rahman M.T., selaku Dosen Pembimbing II serta sekretaris sidang munaqasyah.

6. Ibu Rizna Rahmi, M.Sc., selaku Dosen Penasehat Akademik yang telah banyak memberi arahan, motivasi dan dukungan selama masa perkuliahan serta selaku Penguji I sidang munaqasyah.
7. Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc., selaku Penguji II sidang munaqasyah.
8. Seluruh dosen Program Studi Teknik Lingkungan yang telah mengajarkan penulis.
9. Ibu ida yang telah banyak membantu dalam proses administrasi
10. Ibu Nurul Huda yang telah banyak membantu dalam proses administrasi dan penelitian.
11. Ayahanda Drs.Ahmad Abdullah (Alm) dan Ibunda Rohana selaku orang tua dari penulis, serta keempat saudara kandung penulis.
12. Seluruh teman-teman yang telah membatu, yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu

Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas doa dan keikhlasannya. Akhir kata dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari terdapat banyak kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini, serta penulis mengharap kritik dan saran dari berbagai pihak untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga Allah selalu meridhai dan melimpahkan ilmu kepada kita semua.

Banda Aceh, 28 Januari 2021
Penulis,

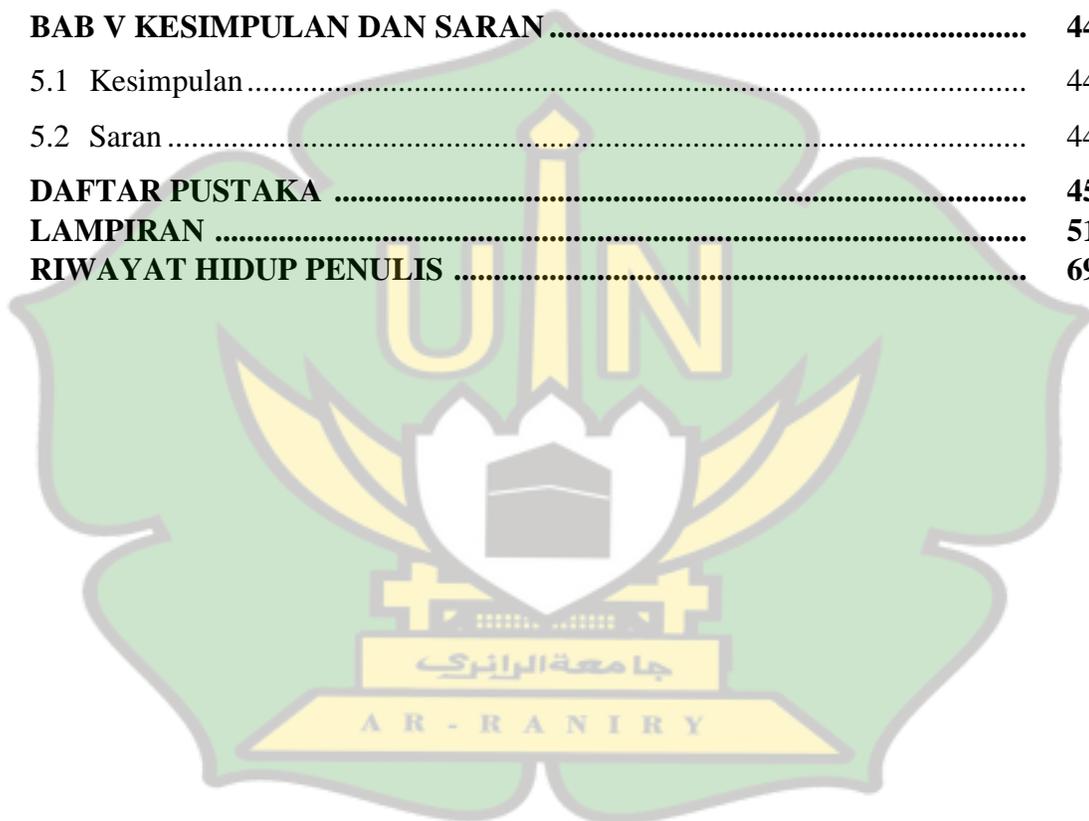
Sofia Rumi

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR LAMBANG	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Air	6
2.2. Air Limbah	7
2.3. Sumber Air Limbah	8
2.4. Karakteristik Air Limbah	9
2.5. Air Limbah Binatu.....	10
2.6. Baku Mutu Limbah Binatu	11
2.7. Parameter Limbah	12
2.8. Dampak Buruk Limbah Binatu Bagi Lingkungan	13
2.9. Karbon Aktif	15
2.9.1 Pengertian karbon aktif	15

2.9.2 Proses pembuatan karbon aktif.....	15
2.10. Adsorpsi	16
2.11. Bambu (<i>Bambuseae</i>)	17
2.12. Arang Bambu Aktif	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian	19
3.2. Alat dan Bahan	19
3.3. Teknik Pengambilan Sampel	19
3.4. Tahap Penelitian	20
3.4.1 Bahan.....	20
3.4.2 Aktivasi karbon	20
3.4.2 Penentuan kadar air	20
3.4.3 Pengujian karbon aktif terhadap kadar polutan limbah binatu.....	21
3.5. Analisa Laboratorium	21
3.5.1 Pengukuran COD	21
3.5.2 Pengukuran TSS	22
3.5.3 Pengukuran Surfaktan	23
3.5.4 Pengukuran pH	24
3.6. Analisa Data	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Pengaruh Variasi Dosis Arang Bambu Aktif Terhadap Penurunan Kadar Polutan Pada Air Limbah Binatu.....	28
4.1.1 Pengaruh variasi dosis arang bambu aktif dalam menetralkan pH.....	28
4.1.2 Pengaruh variasi dosis arang bambu aktif terhadap Penurunan TSS	30
4.1.3 Pengaruh variasi dosis arang bambu aktif terhadap penurunan COD	32
4.1.4 Pengaruh variasi dosis arang bambu aktif terhadap	

Penurunan surfaktan	34
4.2 Tingkat Efisiensi Kemampuan Arang Bambu Aktif Mengadsopsi	
pH, TSS, COD dan Surfaktan	36
4.2.1 Efisiensi penurunan kadar TSS.....	39
4.2.2 Efisiensi penurunan kadar COD	40
4.2.3 Efisiensi penurunan kadar Surfaktan	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	51
RIWAYAT HIDUP PENULIS	69



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bambu Petung (<i>Dendrocalamus asper</i>).....	18
Gambar 3.1 Bagan Alir Desain Penelitian.....	21
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Variasi Dosis Arang Bambu Aktif Terhadap Penurunan pH.....	29
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Variasi Dosis Arang Bambu Aktif Terhadap Penurunan TSS.....	31
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Variasi Dosis Arang Bambu Aktif Terhadap Penurunan COD	33
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Variasi Dosis Arang Bambu Aktif Terhadap Penurunan Surfaktan	35
Gambar 4.5 Sampel Air Limbah Binatu Sebelum dan Setelah Dilakukan Pengolahan.....	37
Gambar 4.6 Sampel Air Limbah Binatu Saat Proses Sedimentasi dan Filtrasi.....	37
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Dosis Arang Bambu Aktif Terhadap efisiensi Adsorpsi Nilai TSS.....	39
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Dosis Arang Bambu Aktif Terhadap efisiensi Adsorpsi Nilai COD.....	40
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Dosis Arang Bambu Aktif Terhadap efisiensi Adsorpsi Nilai Surfaktan.....	42

DAFTAR TABEL

Table 2.1. Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/ Atau Kegiatan Industri Sabun, Deterjen dan Produk-Produk Minyak Nabati.....	12
Tabel 3.1 Bahan-bahan Penelitian	20
Tabel 4.1 Hasil Analisis Air Limbah Binatu Sebelum Proses Pengolahan.....	26
Tabel 4.2 Nilai pH pada Air Limbah Binatu.....	29
Tabel 4.3 Penurunan Nilai TSS pada Air Limbah Binatu.....	31
Tabel 4.4 Penurunan Nilai COD pada Air Limbah Binatu.....	32
Tabel 4.5 Penurunan Nilai Surfaktan pada Air Limbah Binatu.....	35
Tabel 4.6 Pengaruh Dosis Arang Bambu Aktif terhadap Efisiensi dan Kapasitas Adsorpsi Nilai pH, TSS, COD dan Surfaktan.....	38



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Gambar.....	51
Lampiran B Tabel.....	59
Lampiran C Perhitungan.....	60



DAFTAR LAMBANG

Singkatan/Lambang	Kepanjangan/Makna	Halaman
COD	<i>Chemical Oxygen Demand</i>	1
TSS	<i>Total Suspended Solid</i>	1
pH	<i>Power of Hydrogen</i>	1
Surfaktan	<i>Surface active agent</i>	1
ABS	<i>Alkyl Benzene Sulfonate</i>	1
ZnCl ₂	Seng Klorida	3
SNI	Standar Nasional Indonesia	3
KOH	Kalium Hidroksida	3
H ₃ PO ₄	Asam fosfat	3
TDS	Total Dissolved Solid	3
B3	Bahan Berbahaya Beracun	8
MBAS	<i>Methylen Blue Active Surfaktan</i>	12
LAS	<i>Linear Alkyl Benzene Sulfonate</i>	11
H ₂ O	Dihidrogen Monoksida	13
CO ₂	Karbon dioksida	13
Na ₂ CO ₃	Natrium Karbonat	20
H ₂ SO ₄	Asam sulfat	20
K ₂ Cr ₂ O	Kalium dikromat	20

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring semakin meningkatnya pertumbuhan serta aktivitas masyarakat di wilayah perkotaan, maka akan berpengaruh terhadap pola hidup masyarakat dalam melaksanakan aktivitas rumah tangga secara langsung. Dengan adanya pengaruh tersebut akan semakin meningkatnya permintaan masyarakat atas layanan jasa rumah tangga. Salah satunya adalah binatu atau biasa disebut jasa pencucian pakaian. Semakin pesatnya perkembangan jasa binatu, memudahkan aktivitas masyarakat, namun dilain pihak limbah binatu menyumbang dampak besar bagi pencemaran lingkungan, kesehatan manusia serta ekosistem yang berada di badan air. Binatu dalam proses pencucian menggunakan deterjen yang didalamnya terdapat komponen *additives* sebesar 2-8%, *builder* 70-85% serta bahan dasar sebesar 20-30% (Apriyani, 2017).

Dalam limbah binatu mengandung bahan kimia dengan konsentrasi yang tinggi, yaitu surfaktan, serta dengan adanya penggunaan deterjen pada limbah binatu dapat mempengaruhi parameter limbah binatu seperti *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan *Power of Hydrogen* (pH). Kelompok surfaktan yang paling banyak digunakan dalam proses pencucian baju maupun industri binatu oleh masyarakat adalah surfaktan anionik yaitu *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS), karena murah, mudah didapatkan serta memiliki daya pembersih yang baik, tetapi *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) sulit terurai secara biologis. Pengukuran kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) merupakan indikator terjadinya pencemaran secara kimia sehingga menyebabkan ikan, tumbuhan serta hewan-hewan yang membutuhkan oksigen tidak dapat bertahan hidup. Adanya *Total Suspended Solid* (TSS) dapat mengakibatkan terhambat masuknya cahaya matahari kedalam air sehingga berpengaruh terhadap proses fotosintesis (Gunawan, 2018). *Power of Hydrogen* (pH) yang berkisar antara 10-12 akan menyebabkan terjadinya iritasi pada tangan dan

kaustik, karena bersifat alkalis, sedangkan tingkat pH yang dapat ditoleransi oleh kulit manusia hanya 6-9 (Majiddkk., 2017). Terdapat banyak metode yang digunakan dalam menurunkan kadar surfaktan, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan *Power of Hydrogen* (pH) dalam limbah binatu, antara lain biosand filter, fitoremediasi, dan adsorpsi. Proses adsorpsi adalah suatu proses yang menarik, karena dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai jenis material, salah satunya menggunakan karbon aktif (Adiastuti, 2018).

Karbon aktif adalah karbon yang sudah mengalami proses aktivasi, sehingga pori-pori terbuka dan memiliki daya serap yang tinggi dibandingkan karbon yang belum diaktifkan. Karbon aktif memiliki daya serap sebesar 25-100% terhadap zat anorganik maupun organik, serta memiliki luas permukaan 300-3500 m²/g (Utomo, 2018). Bambu yang dimanfaatkan sebagai karbon aktif sangat efektif penggunaannya, karena bambu memiliki kandungan lignin (19,8- 26,6%) dan selulosa (42,4- 53,6%) yang cukup tinggi (Hutapea dkk., 2017). Karbon (43,4%), ash (1,83 %) dengan adanya kandungan komposisi kimia seperti ini maka memenuhi syarat yang digunakan sebagai material dasar untuk pembuatan karbon aktif yang dihasilkan (Putradkk., 2016). Arang bambu aktif dapat digunakan sebagai adsorben karena memiliki struktur pori yang baik dan banyak sehingga mampu menyerap kadar polutan pada limbah cair binatu, mengurangi zat pencemar dalam air limbah (Saputra dan Suparno, 2016) mengurai pewarna, ion logam berat, zat-zat kimia, limbah organik yang telah terkontaminasi di perairan, dapat mereduksi nitrat dan ion mangan, menyaring dan menghilangkan bau (Junaidi dan Hendra, 2013).

Limbah binatu yang dibuang tanpa proses pengolahan, selain mengandung deterjen juga mengandung pemutih, pewangi dan pelembut yang sulit untuk didegradasi sehingga berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan. Untuk meminimalisasi pencemaran air akibat industri binatu, maka dipilihlah karbon aktif. Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya karbon aktif dapat menurunkan surfaktan, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan *Power of Hydrogen* (pH) pada limbah binatu (Adiastuti dkk., 2018).

Berdasarkan beberapa literatur telah ada penelitian oleh Hasmalinar (2013), membahas tentang pemanfaatan campuran karbon aktif dari arang bambu dan serbuk habbatussaudah sebagai adsorben dalam penyaringan air baku untuk minum, hasil analisis di bawah baku mutu, Mn 0,03 mg/L, Fe <0,036 mg/L, sulfat 3 ppm, fluorida 0,01 mg/L, nitrit 0,016 mg/L, nitrat 0,8 mg/L dan kesadahan 140 mg/L. Parameter analisis fisika didapat suhu 28°C, warna 20 mg/L dan kekeruhan 2,5 NTU. Kemudian penelitian Manurung (2019), juga membahas mengenai sintesis dan karakterisasi arang dari limbah bambu dengan aktivator $ZnCl_2$ memiliki kemampuan dalam menyerap metilen biru sebesar 198,724 mg/g, memenuhi baku mutu tentang arang aktif teknis (SNI 06-3730-1995) dan menghasilkan luas permukaan sebesar 737,74 m_2/g . Menurut Hutapea (2017), tentang pembuatan dan karakterisasi karbon aktif dari bambu betung dengan aktivasi KOH berbantuan gelombang mikro, memiliki kemampuan dalam menyerap metilen biru dengan perbandingan KOH 1:1 dan didapat nilai penyerapan sebesar 99,327 mg/g. Penelitian Manurung (2019), juga membahas pembuatan karbon aktif dari bambu apus (*Gigantochloa apus*) dengan aktivator H_3PO_4 , aktivator H_3PO_4 20% memiliki kemampuan dalam menyerap metilen biru dengan aktivasi secara kimia sebesar 472, 88 mg/g dan secara fisika 382,88 mg/g, serta penelitian Saputra dan Suparno (2016), membahas tentang teknik penyaringan limbah cair laundry dengan menggunakan sistem FAS, pada penelitian ini digunakan variasi karbon aktif secara fisika dari bambu yang dikombinasikan dengan pasir pantai indrayanti serta kerikil sungai krasak untuk menguji kadar fosfat, TDS, pH, viskositas, intensitas cahaya dan tegangan permukaan. Untuk semua adsorben kadar fosfat terbaik pada saat volume maksimal kerikil 21,65 mg/l, karbon aktif pada volume 0,44 mg/l, pasir pada volume 2,59 mg/l. Absorpsi terbaik karbon aktif 0,44 ml/l dengan nilai tegangan permukaan 72 N/m, pH 6,9, viskositas 0,89 cP volume pasir maksimum untuk nilai TDS 2,59 mg/l yaitu 220,0 ppm dan nilai efisiensi transmisi cahaya 89,90%.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian untuk menurunkan kadar polutan dari limbah binatu dengan menggunakan karbon aktif dari bambu (*Dendrocalamus*

asper) dengan cara adsorpsi. Inovasi ini memanfaatkan bahan utama yang berasal dari alam dan mudah didapatkan. Diharapkan dari hasil pengolahan ini, konsentrasi polutan pencemaran pada limbah binatu dapat diturunkan, sehingga jika dibuang ke lingkungan tidak menimbulkan kerusakan terhadap lingkungan perairan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka peneliti merumuskan masalah penelitian antara lain:

1. Berapakah dosis optimum arang bambu aktif yang digunakan untuk menghilangkan kadar polutan pada limbah binatu ?
2. Bagaimana efisiensi kemampuan karbon aktif bambu dalam mengadsorpsi surfaktan, *Chemical Oxygen Demand (COD)*, *Total Suspended Solid (TSS)* dan *Power of Hydrogen (pH)* dengan menggunakan arang bambu aktif sebagai bahan utamanya?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui dosis optimum arang bambu aktif yang digunakan dalam menghilangkan kadar polutan pada limbah binatu.
2. Mengetahui efisiensi kemampuan karbon aktif bambu dalam mengadsorpsi surfaktan, *Chemical Oxygen Demand (COD)*, *Total Suspended Solid (TSS)* dan *Power of Hydrogen (pH)* dengan menggunakan arang bambu aktif sebagai bahan utamanya.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini adalah:

1. Dapat mengatasi pencemaran lingkungan di perairan akibat surfaktan, *Chemical Oxygen Demand (COD)*, *Total Suspended Solid (TSS)* dan *Power of Hydrogen (pH)* dalam air limbah binatu.
2. Dapat memberi solusi untuk mengurangi polutan pencemar dalam air limbah binatu.

3. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang pemanfaatan arang bambu sebagai karbon aktif untuk menurunkan surfaktan, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan *Power of Hydrogen* (pH).



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Air merupakan komponen yang sangat penting dalam kehidupan manusia yang ada di bumi, kalimat tersebut tidak terlepas dari pernyataan bahwa air adalah sumber segala-galanya bagi kehidupan. Berdasarkan deklarasi Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB), air merupakan hak asasi manusia, dimana setiap manusia dapat menggunakan air dengan hak dan porsi yang sama, namun karena air semakin harinya menjadi sumber yang semakin langka, maka harus adanya penghematan karena air tidak dapat diperbaharui. Permukaan bumi didominasi oleh 70% air, tetapi bukan semata-mata dapat dikonsumsi dan dapat digunakan, karena 97% dari air yang ada di bumi tidak dapat digunakan tanpa proses pengolahan terlebih dahulu karena merupakan air asin (Kunu, 2013).

Pertambahan penduduk membawa dampak besar terhadap peningkatan kebutuhan air dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Seiring dengan semakin meningkatnya kemampuan yang dicapai manusia dan semakin bertambahnya jumlah penduduk, maka akan mempengaruhi konsumsi air. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (2002), konsumsi air penduduk kota besar mencapai 120 L/kapita/hari dan konsumsi air penduduk pedesaan 60 L/kapita/hari. Dengan adanya hal ini menunjukkan bahwa aktivitas manusia memberikan dampak besar terhadap penggunaan air. Penggunaan air dibagi menjadi dua yaitu non domestik dan domestik. Air non domestik digunakan untuk kebutuhan industri, pariwisata, peternakan dan lain sebagainya. Sedangkan kebutuhan domestik meliputi kebutuhan air untuk rumah tangga (Syahrani dan Nahor, 2017). Ketersediaan air yang terbatas serta penggunaan air secara berlebihan, akan mempengaruhi daya dukung lingkungan dan akan menyebabkan ketidakseimbangan antara ketersediaan air dan kebutuhan, sehingga mengakibatkan terjadinya kekeringan dan kerusakan terhadap lingkungan (Syahrani dan Nahron, 2017).

2.2 Air Limbah

Air limbah adalah air yang berasal dari seluruh aktivitas manusia, baik dari industri, fasilitas umum, pertokoan, aktivitas rumah tangga, perkantoran dan lainnya (Supriyanto, 2000). Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan/atau kegiatan yang berwujud cair. Air limbah yang ditinjau dari berbagai sumber, terbagi atas tiga kelompok secara garis besar yaitu: (a) Air buangan industri, yaitu air yang didalamnya terkandung zat-zat kimia seperti zat pewarna, logam berat yang berasal dari sisa aktivitas industri; (b) Air buangan yang berasal dari rumah tangga, yaitu air yang berasal dari sisa cucian, tinja, kamar mandi maupun dari bahan-bahan organik lainnya; (c) Air buangan kotapraja, yaitu air yang kandungan zat-zatnya sama dengan zat-zat yang terdapat pada air limbah rumah tangga, air ini berasal dari tempat-tempat umum seperti hotel, perkantoran maupun restoran (Dahruji dkk., 2017).

Limbah domestik atau limbah rumah tangga merupakan jumlah pencemar terbesar yang masuk ke badan air di Indonesia, limbah yang masuk ke perairan diperkirakan sekitar 85% dan berakibat pada proses purifikasi alami tidak berjalan dengan seimbang (Pungus, 2019). Adanya proses pembuangan limbah cair yang terus-menerus ke lingkungan perairan dalam waktu yang lama, akan menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan (Pungus, 2019). Penyumbang limbah domestik salah satunya berasal dari deterjen. Hal ini dikarenakan deterjen memiliki peranan yang sangat beragam dalam kegiatan rumah tangga, seperti digunakan untuk mencuci pakaian serta digunakan untuk mencuci peralatan rumah tangga. Limbah deterjen akan berpengaruh besar terhadap kualitas perairan dan mengganggu ekosistem di perairan. Pencemaran air dari limbah deterjen disebabkan adanya kandungan surfaktan yang terakumulasi di perairan dan mengakibatkan terjadinya difusi oksigen sehingga mengakibatkan oksigen yang terlarut dalam air menjadi sedikit, serta mengakibatkan eutrofikasi yang dipengaruhi adanya senyawa fosfat di perairan (Suastuti dkk., 2015).

2.3 Sumber Air Limbah

Macam-macam dan jenis air limbah secara umum dapat dikelompokkan berdasarkan sumber penghasil air limbah, yang terdiri atas:

1. Air limbah domestik

Air limbah domestik ialah air yang berasal dari dapur, toilet, kamar mandi, asrama dan lainnya. Limbah cair dapat dibagi menjadi dua, yaitu *gray water* dan *black water*. Limbah *gray water* hampir seluruhnya dibuang melalui saluran ke sungai-sungai, sedangkan *black water* dibuang melalui *septic tank* atau sebagian lainnya dibuang langsung ke sungai (Halim, 2014).

2. Air limbah non-domestik

Air limbah non domestik dapat berasal dari limbah pertanian, pabrik, industri, transportasi, peternakan dan lainnya. Jenis-jenis limbah sangat bervariasi, terlebih untuk limbah industri yang menghasilkan Bahan Berbahaya Beracun (B3) (Halim, 2014). Dengan semakin meningkatnya perkembangan suatu kota, maka berpengaruh terhadap aktivitas masyarakat, serta meningkat pula kebutuhan air bersih. Sejalan dengan hal itu, maka akan semakin banyak jumlah air buangan yang dihasilkan. Hal ini menyebabkan masalah terhadap pembuangan air, sehingga perlu adanya penanganan dalam mengelola air agar tidak mencemari lingkungan (Halim, 2014).

3. Air limbah industri

Limbah industri dapat berasal dari berbagai macam pabrik dengan jenis industri yang berbeda-beda pula. Zat-zat yang terkandung didalamnya cukup bervariasi, berdasarkan bahan baku yang digunakan. Bahan-bahan yang terkandung antara lain: logam berat, zat pewarna, lemak, zat pelarut, mineral, amonia dan lainnya. Oleh karenanya pengelolaan dari berbagai macam jenis air limbah menjadi lebih rumit, karena harus memperhatikan dampak yang terjadi pada lingkungan (Halim, 2014).

2.4 Karakteristik Air limbah

Air limbah memiliki karakteristik yang berbeda-beda karena dihasilkan dari berbagai sumber. Karakteristik air limbah secara garis besar dapat dibagi menjadi tiga bagian yaitu:

a. Karakteristik fisika air

1. Bau, munculnya bau dipengaruhi oleh terurainya zat-zat organik didalam limbah, sehingga mengeluarkan gas-gas amoniak dan mengakibatkan timbulnya bau tidak sedap. Selain itu, bau tersebut dapat dipengaruhi oleh udara yang ditimbulkan pada proses dekomposisi. Sifat bau limbah disebabkan karena zat-zat organik yang telah terurai dalam limbah sehingga mengeluarkan gas-gas amoniak dan sulfida yang menimbulkan penciuman tidak enak.
2. Warna, air bersih pada dasarnya tidak berwarna. Namun seiring semakin meningkatnya kondisi anaerob, warna limbah berubah menjadi hitam. Zat warna tersebut diakibatkan karena adanya ion-ion logam, besi, plankton dan buangan industri (Halim, 2014).
3. *Total Suspended Solid* (TSS), adalah total zat padat yang terdiri dari zat padat tersuspensi dan zat padat terlarut dalam air yang bersifat anorganik dan organik (Rumidatul, 2006). Menurut Rohman (2016), adanya kandungan TSS berlebihan akan menghalangi potensi cahaya yang masuk ke perairan, sehingga dapat mengganggu proses fotosintesis. Padatan penyebab terjadinya kekeruhan di air, tidak dapat langsung mengendap dan tidak terlarut, ukuran partikel-partikelnya lebih kecil dari sedimen.
4. Kekeruhan, ditimbulkan dari zat padat tersuspensi, baik bersifat anorganik maupun organik yang terurai dan mengapung di perairan. Kekeruhan dapat dipengaruhi oleh zat-zat organik, lumpur, tanah, jasad renik maupun benda yang mengapung didalam air. Efek yang terjadi dari kekeruhan yaitu dapat menghambat masuknya cahaya ke badan air (Halim, 2014).

b. Karakteristik kimia

1. Bahan Organik

Secara umum zat organik berasal dari kombinasi karbon, oksigen dan hidrogen. Elemen lainnya yang dapat dijumpai berupa belerang, besi dan fosfor. Semakin lama jenis dan jumlah bahan organik semakin banyak, dengan adanya hal ini maka akan sulit dalam pengolahan air limbah, sebab beberapa zat tidak dapat diurai oleh mikroorganisme (Halim, 2014).

2. Bahan Anorganik

Jumlah bahan anorganik akan mengalami peningkatan, sejalan dipengaruhi oleh formasi geologis yang berasal dari air limbah. Bahan-bahan anorganik terdiri dari logam berat, pH, nitrogen, metan dan zat racun. Adanya kandungan bahan kimia akan mengakibatkan timbulnya bau sehingga mengganggu lingkungan (Halim, 2014).

c. Karakteristik biologis

Sifat biologis pada air limbah domestik perlu diketahui kualitas airnya serta perlu adanya pengukuran tingkat pencemaran sebelum dibuang ke badan air. Kandungan mikroorganisme dalam kandungan air limbah merupakan parameter yang sering digunakan. Mikroorganisme yang berfungsi pada proses penguraian bahan-bahan organik dalam air limbah domestik ialah protozoa, hewan renik, jamur dan algae (Halim, 2014).

2.5 Air Limbah Binatu

Kegiatan jasa pencucian pakaian (Binatu) banyak menggunakan deterjen sebagai bahan pembersih, karena memiliki kelebihan dalam menghilangkan kotoran atau noda. Zat utama yang terkandung dalam deterjen adalah *natrium tripolifosfat* yang berfungsi sebagai surfaktan dan builder (Apriyani, 2017). Limbah binatu yang dibuang tanpa proses pengolahan, selain mengandung deterjen juga mengandung pemutih, pewangi dan pelembut yang sulit untuk didegradasi sehingga berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan (Siswardani dkk., 2016). Bahan penyusun deterjen

dikelompokkan menjadi empat, yaitu: *builder*, *bleaching agent* surfaktan dan *additives* (Apriyani, 2017).

Surface active agent atau surfaktan memiliki fungsi sebagai penghilang dan pembersih noda serta kotoran pada pakaian. Hal ini dikarenakan surfaktan memiliki ujung hidrofobik dan hidrofilik. Surfaktan terdiri atas empat macam yaitu kationik, non ionik, anionik dan amfoterik. Dalam proses pencucian pakaian yang digunakan adalah surfaktan anionik, karena proses pembuatannya mudah dan harganya relatif murah. *Linear Alkyl Benzene Sulfonate* (LAS) dan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) adalah surfaktan yang biasanya digunakan, namun ABS merupakan senyawa yang menimbulkan racun dan tidak bisa diurai oleh pengurai biologis sehingga menyebabkan pencemaran bagi biota air (Apriyani, 2017).

Builder memiliki fungsi dalam meningkatkan efisiensi pencuci dengan cara menghilangkan mineral penyebab terjadinya kesadahan pada air dan *additive* atau zat tambahan memiliki fungsi agar produk yang dihasilkan menjadi lebih menarik, yaitu dengan adanya tambahan anti bakteri, pemutih, pewangi, serta pewarna (Sholihah dkk., 2013). Pemakaian deterjen pada kegiatan mencuci pakaian (Binatu) akan menghasilkan limbah berupa air bekas cucian yang merupakan salah satu pemicu terjadinya kerusakan lingkungan, karena didalamnya mengandung *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) yang sulit diurai oleh mikroorganisme serta pembuangan limbah yang dilakukan secara terus-menerus dan dialirkan ke selokan atau badan air, akan berakibat buruk terhadap organisme (Haderiah dan Dewi, 2015).

2.6 Baku Mutu Limbah Binatu

Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku mutu limbah dilihat pada Tabel 2.1, maka perlu dilakukan analisis terhadap beban pencemar yang terdapat pada limbah binatu.

Tabel 2.1 Baku mutu air limbah bagi usaha dan/ atau kegiatan industri sabun, deterjen dan produk-produk minyak nabati

Beban Pencemaran Maksimum (kg/ton)				
Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)	Sabun	Minyak Nabati	Deterjen
BOD ₅	75	0.6	1.88	1.88
COD	180	1.44	4.5	4.5
TSS	60	0.48	1.5	1.5
Fosfat (PO ₄)	2	0.016	0.05	0.05
MBAS	3	0.024	0.075	0.075
pH	6.0 - 9.0			

Sumber: Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014.

2.7 Parameter Limbah

Dalam pengelolaan kualitas air limbah, terdapat beberapa parameter yang digunakan. Parameter tersebut terdiri dari:

- a. *Power of Hydrogen* (pH) adalah derajat keasaman dalam menyatakan tingkat kebasaaan atau keasaman yang ada di suatu zat cair. pH memiliki pengaruh besar bagi hewan dan tumbuhan di perairan. Pada umumnya pH bagi akuatik yang ideal antara 7-8,5, jika kondisi suatu perairan memiliki pH sangat basa atau sangat asam maka akan terjadinya gangguan pada respirasi dan metabolisme organisme hidup (Naily dan rusydi, 2014).
- b. Deterjen/surfaktan, deterjen termasuk kedalam golongan molekul organik yang digunakan sebagai pengganti sabun. Deterjen yang pada umumnya digunakan adalah *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS). ABS tidak mampu diurai secara biologis dan merupakan senyawa yang menimbulkan racun (Apriyani, 2017).
- c. *Total Suspended Solid* (TSS), kekeruhan pada air diakibatkan karena adanya kandungan zat padat tersuspensi yang terdiri dari tanah liat, lumpur alami dan pasir halus yang merupakan bahan organik. Zat tersuspensi merupakan bahan-bahan organik yang berasal dari berbagai jenis senyawa seperti lemak, selulosa, protein yang mengapung didalam air seperti algae, bakteri dan lainnya. Adanya *Total Suspended Solid* (TSS) di perairan mengakibatkan terhambatnya sinar matahari masuk ke perairan sehingga berdampak terhadap kurangnya oksigen

diperairan. Jika hal ini terjadi maka bakteri aerobik akan mati dan akan munculnya bakteri anaerob yang menimbulkan gas berbahaya dan berbau busuk (Widyaningsih, 2011).

- d. *Chemical Oxygen Demand* (COD), adalah kebutuhan oksigen agar limbah organik yang berada di dalam air mampu teroksidasi melalui reaksi kimia. Oksigen terlarut merupakan indikator yang peka terhadap proses kimia dan biologi serta berfungsi untuk mengetahui gerakan massa air. Perhitungan *Biological Oxygen Demand* (BOD) berbeda dengan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Uji *Biological Oxygen Demand* (BOD) biasanya menghasilkan nilai yang lebih rendah dibandingkan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Hal ini dipengaruhi oleh bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi mikroorganisme dan biologis dapat tereduksi pada uji COD. Bakteri yang merupakan agen hayati memiliki kemampuan dalam mengoksidasi zat organik menjadi H_2O dan CO_2 sedangkan $K_2Cr_2O_7$ yang merupakan agen kimia, dapat mengoksidasi semua zat sehingga nilai *Biological Oxygen Demand* (BOD) lebih rendah dari *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada air yang sama (Widyaningsih, 2011).

2.8 Dampak Buruk Limbah Binatu Bagi Lingkungan

Binatu merupakan usaha di bidang penyedia layanan pencuci pakaian, adanya peningkatan jumlah binatu dapat memberikan efek negatif pada lingkungan seperti:

a. Eutrofikasi

Eutrofikasi adalah kondisi pada suatu perairan yang mengalami peningkatan kadar bahan organik. Kondisi ini ditandai dengan terjadinya peningkatan tumbuhan air dan fitoplankton. Tingginya kandungan fosfat di perairan menyebabkan pertumbuhan gulma air sangat cepat dibandingkan pertumbuhan biasanya secara normal, sehingga dengan adanya pengaruh tersebut mengakibatkan terhambatnya proses pertukaran oksigen dan mengakibatkan kandungan oksigen di perairan menjadi rendah (Yuliani dkk.,2015).

b. Kerusakan Organ Ikan

Pencemaran merupakan salah satu faktor yang mengakibatkan kehidupan ikan terganggu, akibat yang diperoleh berupa kematian, perubahan tingkah laku hingga dapat mengganggu pertumbuhan. Tingkat racun pada deterjen untuk semua jenis biota air berbeda-beda, annelida 0,1-10 mg/L, makrofita 0,8-100 mg/L, ikan 9-50 mg/L dan fitoplankton 10-100 mg/L. Organ ikan yang terganggu akibat pengaruh deterjen akan mengalami degradasi (Taufik, 2006) sehingga menyebabkan pertumbuhan ikan terhambat dan dapat merusak epitelium pernafasan insang ikan, perkembangan gonad serta saluran pencernaan (Kamiswari dkk., 2013).

d. Penurunan Kadar Oksigen Terlarut Perairan

Banyaknya limbah deterjen yang terakumulasi di perairan akan menyebabkan penurunan jumlah oksigen terlarut, sehingga mengakibatkan proses respirasi pada ikan terganggu, hal ini dipengaruhi oleh timbulnya busa di permukaan air, sehingga dapat mengganggu difusi oksigen dari udara ke dalam perairan (Ariyanto, 2016).

e. Menyebabkan Pendangkalan di Badan Air

Akibat dari adanya penggunaan deterjen secara berlebih di perairan, maka akan meningkatkan senyawa fosfat, sehingga dengan cepat dapat merangsang pertumbuhan gulma air dan menyebabkan permukaan badan air tertutup sertacahaya matahari sulit untuk masuk dan proses fotosintesis terhambat. Jika tumbuhan di badan air tersebut mati, maka akan mengalami pembusukan sehingga menghabiskan persediaan oksigen dan terjadinya pengendapan bahan yang mengakibatkan pendangkalan (Halim, 2014).

f. Menurunnya Estetika Lingkungan

Dampak negatif dari limbah deterjen dapat diketahui secara langsung. Pengaruh secara langsung yang dapat diketahui yaitu terhadap estetika lingkungan yang disebabkan oleh timbulnya busa dan bau yang melimpah (Yuliani dkk., 2015).

2.9 Karbon Aktif

2.9.1 Pengertian karbon aktif

Karbon aktif memiliki pori-pori sebesar 85% - 95% karbon. Karbon aktif diperoleh melalui pemanasan dengan suhu tinggi, sehingga mengakibatkan pori-pori terbuka dan dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Untuk meningkatkan daya adsorpsi pada karbon aktif dapat dilakukan dengan cara aktivasi dengan suhu tinggi, dimana dalam proses ini terjadinya penghilangan *hidrogen*, selain itu dari proses aktivasi terjadinya pengikisan atom karbon melalui tahap pemanasan, sehingga terbentuknya pori-pori baru (Khulu, 2016).

2.9.2 Proses pembuatan karbon aktif

Secara umum proses pembuatan karbon aktif terdiri dari tiga tahap, yaitu:

1. Dehidrasi

Dehidrasi adalah tahap pemanasan bahan baku sehingga terjadinya penghilangan kadar air (Anggraeni dan Yuliana, 2016).

2. Karbonisasi

Karbonisasi (pengarangan) merupakan suatu proses pirolisis dari bahan yang mengandung karbon. Pada tahap ini terjadinya pembentukan struktur pori dan menghasilkan butiran yang mempunyai struktur dan daya serap. Proses ini mengakibatkan penguraian senyawa organik yang menyusun struktur bahan hidrokarbon, membentuk metanol, dan tar sehingga setelah proses berlangsung akan terbentuknya karbon dalam bentuk arang (Wijaya, 2018).

3. Aktivasi

Aktivasi merupakan proses memperbesar luas permukaan dalam karbon hasil karbonisasi dengan melepaskan hidrokarbon dan tar, sehingga daya serap yang dihasilkanpun semakin besar. Dengan adanya proses aktivasi, mengakibatkan permukaan karbon aktif bertambah. Untuk dapat menghasilkan luas permukaan yang besar dan karbon berpori dapat dilakukan dengan dua macam proses aktivasi (Arif, 2014) yaitu:

a. Aktivasi Kimia

Menurut Arif (2014), aktivasi secara kimia dilakukan dengan cara merendam bahan baku ke dalam bahan kimia. Bahan kimia yang digunakan seperti zink klorida ($ZnCl_2$), kalsium hidroksida ($Ca(OH)_2$), natrium karbonat (Na_2CO_3), asam nitrat (HNO_3), asam klorida (HCl) kalsium klorida ($CaCl_2$). Sintesis karbon aktif dengan menggunakan aktivasi secara kimia, umumnya melalui beberapa tahap antara lain pencucian dan pengeringan, pengecilan, perendaman menggunakan agen aktivasi yang diikuti pengeringan kembali, karbonisasi pencucian dan pengeringan (Wijaya, 2018).

b. Aktivasi Fisika

Aktivasi fisika adalah proses aktivasi dengan memutuskan ikatan karbon dari senyawa organik. Aktivasi secara fisika dilakukan dengan cara mengalirkan aktivator ke dalam reaktor dengan suhu tinggi. Aktivasi secara fisika dapat dilakukan menggunakan karbondioksida (CO_2) dengan suhu $850^{\circ}C-1100^{\circ}C$ dan menggunakan uap air dapat dilakukan pada suhu $750^{\circ}C-900^{\circ}C$ (Arif, 2014).

2.10 Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses dimana baik molekul gas maupun cair diserap oleh suatu padatan. Proses penyerapan dipengaruhi oleh gaya tarik atom maupun molekul pada permukaan zat padat tanpa meresap ke dalam zat padat tersebut. Terdapat dua kelompok dalam proses adsorpsi yaitu, zat yang menyerap atau adsorben dan zat yang diserap atau adsorbat (Arif, 2014). Adsorbat berupa bahan organik, zat warna sedangkan adsorben berupa padatan yang dapat menyerap fluida ke dalam bagian permukaan. Pada umumnya adsorben merupakan bahan berpori dan di dalamnya akan berlangsung proses penyerapan. Umumnya penyerapan terjadi pada letak-letak tertentu dalam partikel tersebut atau pada dinding-dinding pori. Oleh karenanya, pori-pori yang kelihatan dari permukaan luar sangat kecil, memiliki luas permukaan yang lebih besar di dalamnya, bahkan hingga mencapai $2000\text{ m}^2/\text{g}$ (Rahmayani, 2013).

Menurut Arif (2014), tingkat adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: (a) Waktu Kontak, karbon aktif yang dimasukkan kedalam suatu cairan membutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan, selain itu waktu kontak juga mempengaruhi pengadukan, karena pada proses pengadukan karbon aktif akan bersentuhan dengan senyawa yang diserap (Arif, 2014); (b) Temperatur, pengaktifan adsorben yang dilakukan dengan pemanasan akan menyebabkan pori adsorben terbuka, sehingga daya serap pun akan meningkat. Namun pemanasan dengan suhu tinggi juga tidak baik untuk proses adsorpsi karena menyebabkan terjadinya kerusakan terhadap adsorben, sehingga kemampuan penyerapan menurun (Syauqiahdkk., 2011); (c) Sifat Adsorben, karbon aktif merupakan adsorben yang terdiri dari unsur karbon bebas serta berpori. Struktur pori sangat berpengaruh terhadap luas permukaan, semakin kecil ukuran pori dari karbon aktif, maka akan semakin besar pula luas permukaan sehingga bertambahnya kecepatan adsorpsi.

2.11 Bambu (*Bambuseae*)

Bambu tergolong dalam famili *Gramineae*, yang memiliki akar kompleks, daun yang berbentuk pelepah dan pedang serta memiliki batang yang bentuknya beruas, berongga, berimpang, memiliki cabang serta berbuku-buku. Tanaman bambu memiliki ketinggian berkisar antara 0,3-30 m dengan ketebalan dinding yang mencapai 25 m, serta batang yang berdiameter 0,25–25 cm dengan berbentuk silinder (Hakiki, 2016). Indonesia termasuk dalam urutan ke tiga penghasil bambu terbanyak di dunia, di bawah Cina dan Thailand. Jenis bambu di dunia terdiri atas 600-700 jenis bambu dan 125 jenis bambu diantaranya dimiliki oleh Indonesia. Luas tanaman bambu yang dimiliki Indonesia pada tahun 2000, yang tumbuh di luar hutan sebanyak 1.414.000 hektar dan di dalam hutan sebanyak 690.000 hektar (Arsyad, 2015). Menurut Hakiki (2016), adapun klasifikasi bambu yaitu:

Domain : Eukaryota
Kingdom : Plantae
Subkingdom : Viridiplantae

Phylum : Tracheophyta
Kelas : Liliopsida
Ordo : Poales
Famili : Poaceae
Genus : *Dendrocalamus*
Spesies : *Dendrocalamus asper*
(Arfenti dan Fryda, 2015).



Gambar 2.1 Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*)

2.12 Arang Bambu Aktif

Arang aktif memiliki pori-pori serta permukaan yang luas jika dibandingkan dengan arang yang belum diaktifkan, sehingga memiliki daya serap yang tinggi (Lempang, 2014). Bambu memiliki beberapa keunggulan, yaitu tingkat pertumbuhannya cepat, memiliki luas permukaan $300 \text{ m}^2/\text{gr}$ dan bambu yang dijadikan sebagai arang memiliki pori-pori yang besar (Choirunnisa, 2018). Arang bambu memiliki struktur pori yang baik, karakteristik biologi yang khusus, serta luas permukaannya yang besar dibandingkan dengan arang kayu sehingga arang bambu baik digunakan sebagai adsorben (Widayatno, 2017). Arang bambu aktif memiliki fungsi menyerap ion logam berat, sebagai pelindung elektromagnetik, penanganan limbah organik perairan, menyerap limbah bahan pewarna, emisi sinar infra merah (Junaidi dan Hendra, 2013). Menyerap polutan pada limbah cair binatu dan mengurangi zat pencemar dalam air (Saputra dan Suparno, 2016).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2020. Kegiatan pengujian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dan Laboratorium FMIPA Kimia Universitas Syiah Kuala Banda Aceh. Lokasi pengambilan sampel diambil dari usaha binatu X yang berada di gampong Rukoh, tepatnya di Jalan Lingkar Kampus, Darussalam, Kabupaten Aceh Besar.

3.2 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini yaitu teknik *grab sampling* karena sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.59-2008, industri yang berasal dari satu saluran untuk tempat yang tidak memiliki bak ekualisasi. Teknik pengambilan sampel ini digunakan pada saluran sebelum limbah melewati atau masuk kedalam perairan. Pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan ember plastik yang dilengkapi dengan tali, kemudian dimasukkan ke dalam jerigen dengan ukuran 20 liter sebanyak 1 jerigen.

3.3 Metode Penelitian

Jenis penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif dan menggunakan pendekatan *True Experiment*. Penelitian kuantitatif merupakan penelitian berdasarkan kaidah ilmiah, penelitian ini untuk mengetahui kandungan surfaktan, COD, BOD, Fosfat, pH, dan TSS yang terdapat dalam air limbah binatu sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan dengan arang bambu aktif. Pendekatan *true experiment* pengerjaannya menggunakan skala laboratorium untuk menguji variabel yang telah direkayasa serta mengamati pengaruh antara dua variabel dengan menggunakan variabel kontrol. Penelitian ini menggunakan beberapa tahap yaitu tahap aktivasi arang bambu, penentuan kondisi optimum dalam penyerapan surfaktan, COD, pH, dan TSS yang terdiri dari empat perlakuan. Kelompok pertama yaitu arang aktif

bambu sebanyak 0 gram (S1), 5 gram (S2) kelompok ketiga 10 gram (S3) dan kelompok keempat 15 gram (S4) dan setelah diketahui ukuran, kemudian penggunaan arang bambu aktif diaplikasikan kedalam limbah binatu.

3.4 Tahap Penelitian

3.4.1 Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Bahan-bahan penelitian

Bahan	Besar	Satuan	Kegunaan
Bambu	30	gram	Adsorben arang aktif
Na ₂ CO ₃	200	gram	Aktivator
H ₂ SO ₄	17,5	ml	Reagen COD
K ₂ Cr ₂ O ₇	7,5	ml	Reagen COD
aquades (H ₂ O)	2	liter	Pelarut

3.4.2 Aktivasi karbon

Karbon dari bambu dihaluskan menggunakan mortar dan diayak dengan saringan berukuran 100 *mesh*, selanjutnya ditimbang karbon dari bambu sebanyak 300 g dan direndam kedalam aktivator Na₂CO₃ 20% sebanyak 1000 ml selama 24 jam (Anggraeni, 2015). Setelah itu dicuci menggunakan aquades (H₂O) berulang-ulang hingga pH netral, kemudian dikeringkan menggunakan oven selama 2 jam dengan suhu 150°C. Selanjutnya karbon aktif siap digunakan dalam proses adsorpsi (Manurung, 2019).

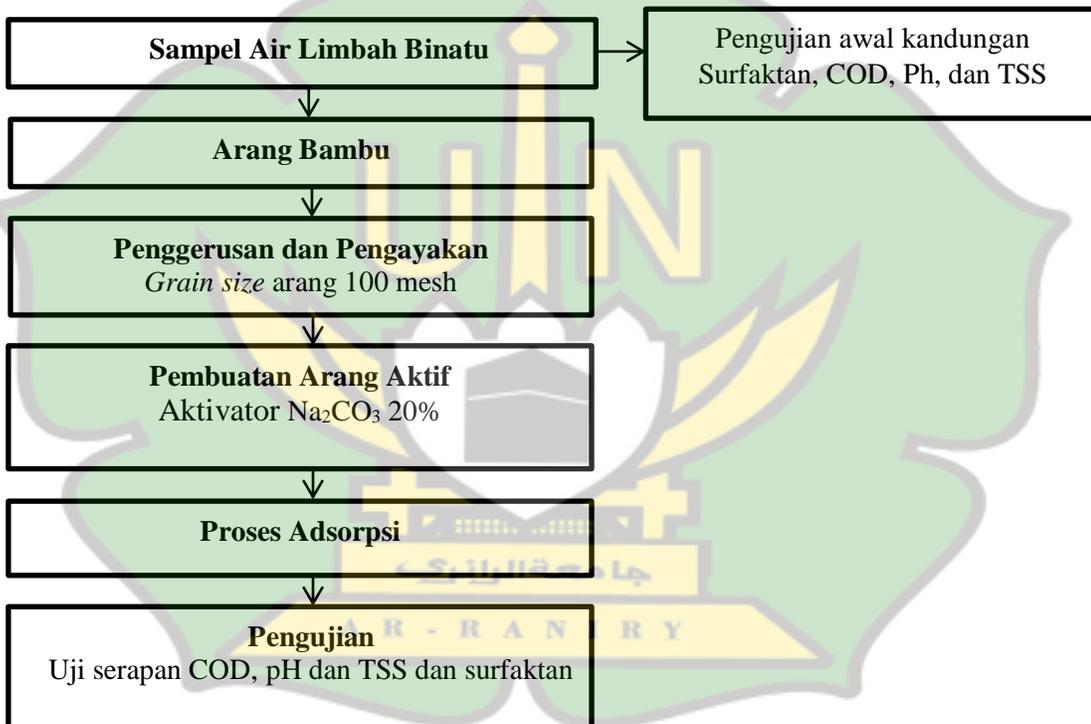
3.4.3 Penentuan kadar air

Satu gram karbon aktif ditimbang, selanjutnya dimasukkan kedalam cawan porselin yang telah diketahui beratnya kemudian dipanaskan dalam oven selama 1 jam dengan suhu 105°C selanjutnya didinginkan dan ditimbang (Manurung, 2019).

3.4.4 Pengujian karbon aktif terhadap kadar polutan limbah binatu

Siapkan 4 gelas piala untuk dimasukkan karbon yang telah diaktifkan dengan massa karbon 0 g, 5 g, 10 g dan 15 g dan dimasukkan 1000 ml limbah binatu kedalam gelas piala, lalu diaduk dengan kecepatan 200 rpm selama 1 jam menggunakan *magnetic stirrer*, kemudian didiamkan selama 30 menit hingga mengendap lalu disaring untuk memisahkan residu dan filtratnya, selanjutnya dilakukan analisa laboratorium.

Desain Penelitian



Gambar 3.1 Bagan alir desain penelitian

3.5 Analisa Laboratorium

3.5.1 Pengukuran COD

- Sampel dimasukkan ke dalam tabung COD 2,5 mL, selanjutnya ditambahkan 1,5 mL larutan campuran $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dan 3,5 mL larutan H_2SO_4 dan ditutup.

- b) Diambil COD Reaktor, ditekan tombol start dan ditunggu suhu naik sampai 150°C
- c) Tabung COD dimasukkan ke dalam reaktor COD dengan temperatur 150°C selama 2 jam.
- d) Tabung COD didinginkan, kemudian dilakukan pengukuran sampel menggunakan COD Meter (SNI 6989.2:2009).

3.5.2 Pengukuran TSS

- a) Kertas saring dengan diameter 47 mm di ambil dan ditimbang
- b) Dimasukkan kertas saring kedalam alat vakum dan dibilas kertas saring dengan aquades sebanyak 20 ml, selama 2 menit
- c) Dipindahkan kertas saring ke dalam oven untuk dipanaskan dengan suhu 103-105°C selama 1 jam
- d) Didinginkan kertas saring ke dalam desikator selama 15 menit
- e) Ditimbang kertas saring setelah didinginkan dan dicatat
- f) Dicuci kertas saring dengan 3x10 mL air suling, biarkan kering sempurna, dan dilanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan yang sempurna.
- g) Setelah dibilas kertas saring dengan aquades, dimasukkan sampel 100 ml kedalam vakum
- h) Dipindahkan kertas saring dengan hati-hati dari peralatan penyaring dan dipindah ke wadah, jika digunakan cawan porselen atau gooch pindahkan cawan dari rangkaian alat
- i) Dikeringkan dalam oven pada suhu 103°-105°C selama 1 jam
- j) Didinginkan dalam desikator dan ditimbang, hingga diperoleh berat konstan
- k) Dihitung kadar TSS dalam mg/L, dengan perhitungan

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, mL}}$$

Keterangan :

A : adalah berat kertas saring + residu kering (mg)

B : adalah berat kertas saring (mg) (SNI 06-6989.3-2004).

3.5.3 Pengukuran Surfaktan

- a) Sampel air limbah dimasukkan 100 mL ke dalam corong pisah berukuran 250 mL.
- b) Ditetaskan 1N NaOH, agar sampel berada dalam keadaan basa. Yang diuji dengan indikator fenolftalein sehingga terbentuk warna merah muda.
- c) Ditetaskan 1N H₂SO₄, sehingga warna merah muda dapat hilang.
- d) Ditambahkan 10 mL CHCl₃ dan 25 mL reagen metilen biru ke dalam corong pisah, selanjutnya dicampurkan dan dikocok selama 30 detik.
- e) Ditambah isopropil alkohol 10 mL, agar mengurangi terjadinya emulsi.
- f) Campuran didiamkan sehingga terbentuk dua lapisan.
- g) Lapisan CHCl₃ dipisahkan, kemudian dimasukkan ke dalam corong pisah lainnya.
- h) Ekstraksi CHCl₃ diulangi sebanyak dua kali dengan menambah 10 mL CHCl₃ pada tiap ekstraksi.
- i) Ekstraksi CHCl₃ yang telah terkumpul pada corong pisah kedua, ditambahkan 50 mL larutan isopropil alkohol/(CH₃)₂CHOH, kemudian dikocok selama 30 detik.
- j) Proses ekstraksi dilakukan pengulangan sebanyak dua kali dengan masing-masing ditambahkan 10 mL CHCl₃.
- k) Lapisan CHCl₃ dipisahkan dan dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL, dan dilakukan pengenceran hingga tanda batas.
- l) Dilakukan pembacaan serapan dari lapisan CHCl₃ yang telah diencerkan, menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 652 nm dan dilakukan hal yang sama pula pada blanko (SNI 06-6989.51-2005).

3.5.4 Pengukuran pH

- Dilakukan kalibrasi alat pH-meter dengan larutan penyangga sesuai instruksi kerja alat setiap melakukan pengukuran.
- Dikeringkan dengan kertas tisu dan dibilas elektroda dengan air suling.
- Dibilas elektroda dengan contoh uji.
- Dicelupkan elektroda ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
- Dicatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH meter (SNI 06-6989.11-2004).

3.6 Analisa Data

1. Penentuan Kadar Air

$$Kadarair = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

a = (sampel + berat cawan kosong) – berat cawan kosong

b = (sampel + berat cawan kosong setelah pemanasan) – berat cawan kosong

2. Efisiensi Penyerapan Deterjen

$$\% \text{ Efisiensi} = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100\%$$

Keterangan:

C₀ = Konsentrasi mula-mula

C_e = Konsentrasi setelah pengolahan

3. Kapasitas Adsorpsi

$$Q = \frac{C_0 - C_1}{w} \times V$$

Keterangan:

Q = Kapasitas Adsorpsi (mg/g)

C₀ = Konsentrasi mula-mula (mg/L)

C_1 = Konsentrasi setelah pengolahan (mg/L)

W = Massa Adsorben (g)

V = Volume Larutan (L)



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penurunan kadar pH, TSS, COD dan surfaktan yang terdapat pada air limbah binatu dengan menggunakan media adsorben berupa karbon aktif berbahan dasar bambu. Variasi dosis karbon aktif yang digunakan yaitu 0 gram, 5 gram, 10 gram dan 15 gram dengan kecepatan pengadukan 200 rpm dalam penambahan sampel air limbah binatu sebanyak 1000 ml setiap masing-masing konsentrasinya. Sebelum dilakukan proses adsorpsi menggunakan arang bambu aktif, limbah binatu dilakukan pengujian awal terlebih dahulu untuk melihat tingkat pencemarannya. Hasil analisis air limbah binatu sebelum proses pengolahan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil analisis air limbah binatu sebelum proses pengolahan

No	Parameter	Baku Mutu (PERMEN LH No.5 Tahun 2014)	Hasil Uji	Satuan
1	pH	6.0 - 9.0	8,0	-
2	TSS	60	183	mg/L
3	COD	180	411	mg/L
4	BOD	75	0,813	mg/L
5	Surfaktan	3	6,512	mg/L
6	Fosfat	2	0,533	mg/L

Hasil pengujian air limbah binatu sebelum proses pengolahan pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa parameter BOD dan fosfat memenuhi baku mutu yang disyaratkan, rendahnya nilai BOD berdasarkan Pungus (2019), maka tidak dapat disimpulkan bahwa parameter lainnya tidak terjadi pencemaran, jika belum diuji parameter yang lainnya. Hal ini dikarenakan adanya bahan yang bersifat toksik atau

logam berat, sehingga yang mengalami peningkatan ialah kadar COD. Setelah dilakukannya pengujian terhadap parameter lain, maka terdapat empat faktor yang tidak memenuhi baku mutu Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku mutu air limbah bagi usaha dan/ atau kegiatan industri sabun, deterjen dan produk-produk minyak nabati, yaitu pH, TSS, COD dan surfaktan, sehingga jika dibuang ke badan air tanpa adanya proses pengolahan dapat mencemari lingkungan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan untuk meminimalisir konsentrasi kandungan limbah dengan menggunakan arang bambu aktif sebagai media adsorben.

Salah satu syarat untuk menentukan kualitas arang aktif yaitu dengan melakukan pengujian kadar air. Adanya Kandungan air didalam karbon aktif dipengaruhi oleh waktu pirolisis dan temperatur, semakin tinggi waktu serta temperatur pirolisis maka air yang berada di dalam pori-pori dapat lepas dan kandungan air didalam karbon pun semakin rendah (Muna, 2011). Kadar air yang dihasilkan pada arang bambu aktif sebelum aktivasi sebesar 12% dan setelah proses aktivasi sebesar 8%, sehingga hasil yang didapat memenuhi standar kualitas karbon aktif maksimal yaitu 15% berdasarkan SNI No. 06-3730-1995. Sifat higroskopis dari aktivator sangat erat kaitannya dengan penurunan kadar air. Terikatnya molekul air pada karbon aktif oleh aktivator menyebabkan luas dan pori-pori permukaan semakin bertambah sehingga daya serap pun semakin meningkat (Arif, 2014).

Selain analisis kadar air, hal yang paling penting dilakukan pada karbon aktif yaitu proses aktivasi. Adanya proses aktivasi maka, karbon aktif mampu mengoksidasi molekul permukaan sehingga permukaannya bertambah besar dan daya adsorpsi semakin meningkat. Proses aktivasi pada arang bambu dilakukan menggunakan metode kimia, penggunaan metode ini berfungsi untuk membatasi pembentukan tar dan dehidrasi air. Aktivasi secara kimia juga dipengaruhi oleh aktivator yang digunakan (Siregar dkk, 2015). Aktivator yang digunakan yaitu Natrium Karbonat (Na_2CO_3) 20%. Berdasarkan Anggraini (2015) garam Na_2CO_3 dalam fasa cair terdiri dari ion-ion negatif dan positif yang tersusun secara

acak, sehingga dalam frasa larutan Na_2CO_3 lebih stabil dalam keadaan ionnya yaitu Na^+ dan CO_3^- , garam yang terionisasi akan menarik molekul-molekul air disekitarnya, peristiwa ini disebut hidrasi. Na^+ dan CO_3^- mampu mengimpregnasi permukaan karbon dan mengisi pori-pori karbon. Selain itu zat ini tidak toksik, mampu melarutkan mineral organik serta tar, mampu memutuskan ikatan hidrokarbon yang membuat pori-pori pada arang semakin luas, serta hal yang terpenting adalah aman terhadap lingkungan, sehingga tidak menyebabkan pencemaran dari limbah yang dihasilkan.

Proses aktivasi dilakukan dengan merendam bahan baku berupa arang bambu yang telah melalui proses penghalusan dan pengayakan kedalam Natrium Karbonat (Na_2CO_3) 20% dengan waktu aktivasi selama 24 jam. Berdasarkan Anggraini (2015), penggunaan konsentrasi pengaktif Na_2CO_3 dengan variasi 20 % didapat hasil pengikatan karbon yang baik, selain itu semakin lama waktu perendaman yang digunakan maka akan semakin sedikit terbentuknya senyawa tar. Setelah dilakukan proses perendaman, selanjutnya penyaringan, pencucian dan pengeringan. Pada tahap ini unsur mineral dari aktivator masuk ke sela-sela karbon dan membuka permukaan yang tertutup. Pada proses pengeringan senyawa kontaminan pori-pori akan mudah terlepas (Ramadhani dkk.,2020).

4.1 Pengaruh Variasi Dosis Arang Bambu Aktif terhadap Penurunan Kadar Polutan pada Air Limbah Binatu

4.1.1 Pengaruh variasi dosis arang bambu aktif dalam menetralkan pH

Menurut Afifuddin (2017), pH adalah jumlah konsentrasi ion hidrogen untuk menyatakan tingkat kebasaaan atau keasaman yang dimiliki oleh larutan. Tingginya nilai pH pada air limbah binatu dikarenakan di dalam detergen terdapat zat yang bersifat alkalis (Solichatun, 2005). Nilai pH dari limbah binatu yaitu 8,0 pada keadaan tersebut limbah yang dihasilkan bersifat basa, tetapi tidak melebihi standar baku mutu pH total yang telah ditetapkan. Setelah dilakukannya perlakuan dan analisis laboratorium terhadap parameter pH selama proses pengolahan dengan cara

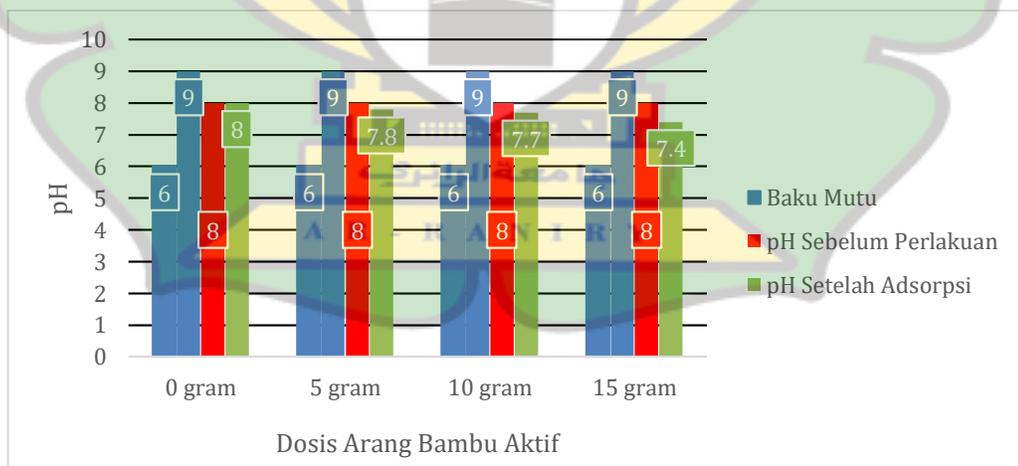
adsorpsi menggunakan arang bambu aktif, maka mempengaruhi nilai pH air limbah binatu. Pengaruh variasi dosis arang bambu aktif dalam menetralkan pH dapat ditampilkan pada Tabel 4.3.

Table 4.2 Nilai pH pada air limbah binatu

No	Parameter	Dosis Arang Bambu Aktif (g/L)	Awal	Konsentrasi Akhir
1	pH	0	8,0	8,0
		5		7,8
		10		7,7
		15		7,4

(Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium, 2020)

Data hasil analisis pada Tabel 4.3 menunjukkan nilai pH awal sebesar 8,0 turun menjadi 7,4 dengan dosis adsorben 15 g/L. Nilai awal pH ini, belum melebihi standar baku mutu yaitu sebesar 6,0- 9,0. Penurunan kadar pH dengan beberapa variasi dosis adsorben dapat dilihat pada Grafik 4.1.



Gambar 4.1 Grafik hubungan variasi dosis arang bambu aktif terhadap Penurunan pH

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi dosis arang bambu aktif pada proses adsorpsi air limbah binatu, mempengaruhi nilai pH. Pada perlakuan 0 g/L nilai

pH yang didapat tidak mengalami perubahan yaitu 8,0, hal ini dipengaruhi karena tanpa adanya penambahan arang bambu aktif, sedangkan dengan penambahan dosis arang bambu aktif 5 g/L, 10 g/L dan 15 g/L berturut-turut mengalami perubahan hingga 7,4. Arang bambu diidentifikasi memiliki gugus fungsi hidroksil (OH^-) (Fanani, 2019). Oleh karena itu adanya gugus fungsi hidroksil (OH^-) dari suatu adsorben mampu berinteraksi pada kondisi pH basa (Aisyah Likadkk., 2018). Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Saputra dan Suparno (2016), bahwa adsorben yang berasal dari karbon aktif bambu mampu menetralkan nilai pH dan kualitas air limbah akan semakin baik karena dipengaruhi oleh semakin besar volume adsorben pada proses penyaringan. pH memiliki peran yang besar untuk menyatakan buruk baik suatu perairan bagi makhluk hidup. Jika kondisi perairan memiliki pH sangat basa atau sangat asam maka akan terjadinya gangguan pada respirasi organisme hidup (Naily dan Rusydi, 2014).

4.1.2 Pengaruh variasi dosis arang bambu aktif terhadap penurunan nilai TSS

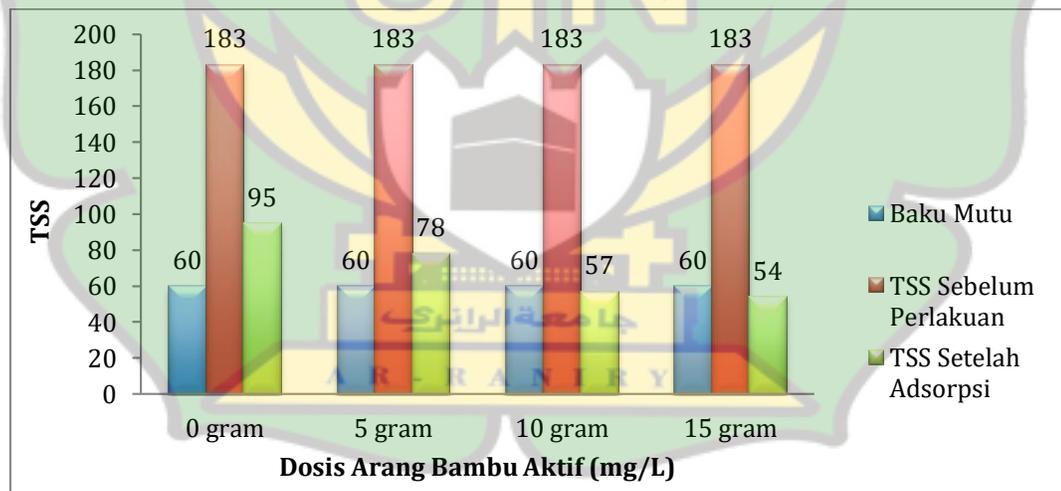
TSS merupakan total zat padat yang terdiri dari zat padat tersuspensi dan zat padat terlarut dalam air yang bersifat anorganik dan organik (Rumidatul, 2006). Menurut Rohman (2016), adanya kandungan TSS berlebih akan menghalangi potensi cahaya yang masuk ke perairan, sehingga dapat mengganggu proses fotosintesis. Selain itu TSS merupakan partikel-partikel yang tidak dapat terlarut dan mengendap secara langsung (Jannah, 2020). Dengan adanya pengaruh tersebut maka perlu adanya batasan nilai TSS dalam pengolahan air limbah binatu sebelum dibuang langsung ke dalam badan air. Untuk menurunkan kadar TSS yang berlebih, maka dilakukanlah proses adsorpsi menggunakan arang bambu aktif. Pengaruh adsorben arang bambu aktif terhadap penurunan kadar TSS dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Table 4.3 Penurunan nilai TSS pada air limbah binatu

No	Parameter	Dosis Arang Bambu Aktif (g/L)	Awal	Konsentrasi Akhir (mg/L)
1	TSS	0	183	95
		5		78
		10		57
		15		54

(Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium, 2020)

Konsentrasi TSS awal pada air limbah binatu sebelum dilakukannya adsorpsi sebesar 183 mg/L, nilai tersebut belum memenuhi standar baku mutu yaitu sebesar 60 mg/L. Pada tabel 4.4 terjadinya penurunan TSS awal dari nilai 183 mg/L turun menjadi 54 mg/L, dengan dosis adsorben 15 g/L. Penurunan kadar TSS dengan beberapa variasi dosis adsorben dapat dilihat pada Grafik 4.2.



Gambar 4.2 Grafik hubungan variasi dosis arang bambu aktif terhadap penurunan TSS

Gambar 4.2 menunjukkan sebelum perlakuan, nilai TSS sebesar 183 mg/L, setelah adanya perlakuan dan penambahan dosis arang bambu aktif 0 g/L, 5g/L, 10 g/L dan 15 gram, menghasilkan nilai berturut-turut sebesar 95 mg/L, 78 mg/L, 57 mg/L dan 54 mg/L. Nilai tersebut belum memenuhi standar baku mutu yaitu sebesar 60 mg/L. Terjadinya penurunan kadar TSS dalam air limbah binatu menyebabkan

kadar COD juga ikut mengalami penurunan, hal ini dikarenakan suspensi dalam partikel koloid merupakan faktor penyebab terjadinya peningkatan konsentrasi COD (Karim dkk., 2017).

Adanya penambahan arang bambu aktif menyebabkan penurunan kadar TSS, hal ini diduga berasal dari kemampuan adsorpsi arang bambu yang mempunyai daya serap yang baik untuk area permukaan serta luasnya yang spesifik, sehingga mampu untuk menyerap padatan tersuspensi di dalam air. Salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat adsorpsi adalah variasi dosis. Menurut Saputra (2010), semakin besar kapasitas atau volume karbon aktif pada proses adsorpsi, maka akan semakin baik kualitasnya. Sejalan dengan hal tersebut adanya kandungan tanin memiliki kemampuan untuk mempercepat pembentukan flok pada proses penggabungan antara limbah dan koagulan sehingga mampu menurunkan kadar Total Suspended Solid (TSS) (Wati, 2014).

4.1.3 Pengaruh variasi dosis arang bambu aktif terhadap penurunan COD

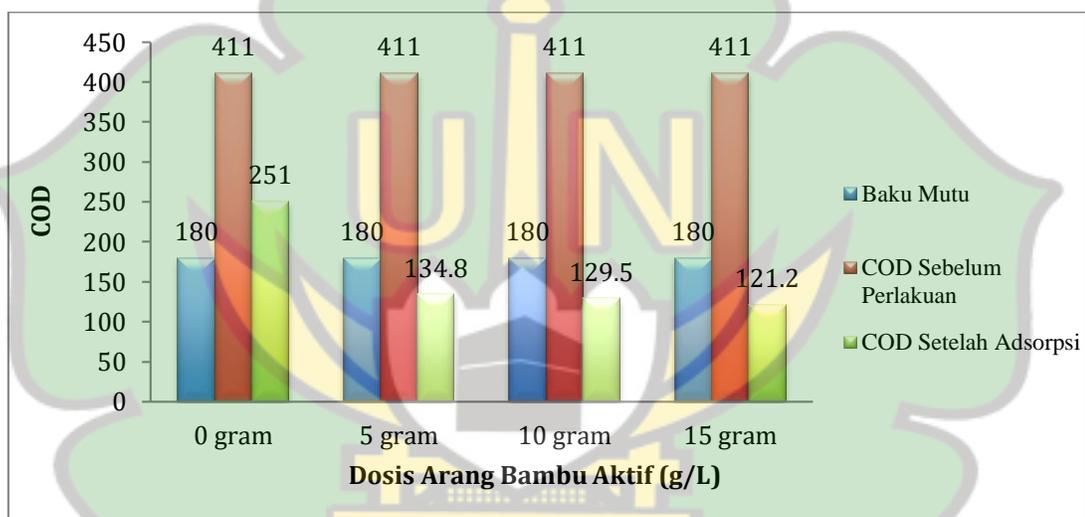
Chemical Oxygen Demand (COD), adalah kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi zat-zat organik yang berada di dalam perairan secara kimiawi (Permata, 2016). Semakin tingginya jumlah COD yang dihasilkan maka semakin tinggi kebutuhan akan oksigen diperairan. Adanya hubungan variasi dosis adsorben menggunakan arang bambu aktif setelah dilakukannya pengadukan mampu menurunkan kadar COD untuk menyerap kadar polutan pada air limbah binatu, dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Table 4.4 Penurunan nilai COD pada air limbah binatu

No	Parameter	Dosis Arang Bambu Aktif (g/L)	Awal	Konsentrasi Akhir (mg/L)
1	COD	0	411	251
		5		134,8
		10		129,5
		15		121,2

(Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium, 2020)

Data hasil analisis pada Tabel 4.5 menunjukkan tingginya nilai COD awal sebelum dilakukan pengolahan yaitu sebesar 411 mg/L turun menjadi 121,2 mg/L. Nilai awal COD ini, belum memenuhi standar baku mutu yaitu sebesar 180 mg/L. Tingginya kadar COD di perairan dipengaruhi oleh adanya bahan-bahan kimia pada kegiatan binatu yang berasal dari deterjen. Komponen penyusun deterjen salah satunya terdiri dari zat *additives* atau bahan tambahan berupa pelembut yang didalamnya mengandung senyawa berbasis sodium yang akan menghabiskan kandungan oksigen di perairan (Wicheisa, 2018).



Gambar 4.3 Grafik hubungan variasi dosis arang bambu aktif terhadap penurunan COD

Hasil pada Grafik 4.3 menunjukkan bahwa sebelum perlakuan nilai COD sebesar 411 mg/L. Setelah dilakukannya pengadukan menggunakan *Magnetic Stirrer* tanpa adanya penambahan arang bambu aktif, kadar COD dalam air limbah mengalami penurunan pada dosis adsorben 0 g/L menjadi 251 mg/L, hal ini disebabkan karena dengan adanya gaya gravitasi bumi menyebabkan partikel-partikel turun dan mengendap. Molekul deterjen tidak dapat larut seluruhnya di dalam air karena memiliki rantai hidrokarbon sehingga partikel yang mengendap dan turun merupakan bahan organik tersuspensi. Dengan adanya bahan organik tersuspensi inilah yang

menyebabkan terjadinya pengendapan dan tidak larut, sehingga partikel pencemar binatu berkurang dan suplai oksigen pun meningkat, dengan demikian salah satu faktor yang mempengaruhi penurunan COD yaitu oksigen (Wicheisa dkk, 2018). Selain itu dipengaruhi oleh kontak limbah dan udara sehingga menyebabkan oksigen yang berada di udara dapat larut didalam air, adanya kontak dengan udara membuat kadar oksigen meningkat dan mampu untuk menurunkan kadar COD. Selanjutnya setelah ditambahkan adsorben dengan dosis 5 g/L, 10 g/L dan 15 g/L berturut-turut menjadi 134,8 mg/L, 129,5 mg/L dan 121,2 mg/L.

Penurunan kadar COD secara linier pada penelitian ini menurut Putra Negara (2011) bahwa bambu mengandung tanin. Tanin memiliki kemampuan untuk mengikat bahan organik (Hidayah, 2016). Sehingga, jika semakin tinggi kadar dosis arang bambu yang ditambahkan, maka akan semakin menurun kadar COD dalam air limbah binatu air limbah binatu.

4.1.4 Pengaruh variasi dosis arang bambu aktif terhadap penurunan surfaktan

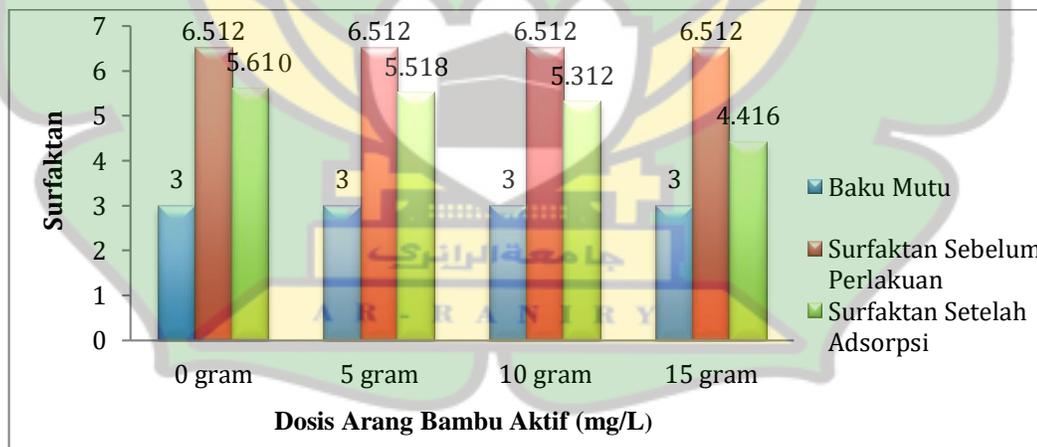
Komponen penyusun deterjen pada umumnya berupa surfaktan, *bleaching agent*, *builders* dan zat aditif. Surfaktan merupakan penyusun utama deterjen dan merupakan senyawa organik yang sulit untuk diurai dan membutuhkan waktu perombakan yang lama oleh alam. Surfaktan dibagi menjadi empat jenis yaitu surfaktan anionik, nonionik, kationik, dan amfoter. Surfaktan yang digunakan oleh deterjen adalah surfaktan anionik berupa *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) termasuk kedalam senyawa non biodegradable sehingga sulit didegradasi (Sirajuddin, 2017). Dengan adanya pengaruh tersebut maka perlu adanya pengolahan air limbah binatu sebelum dibuang langsung ke dalam badan air. Arang aktif yang digunakan sebagai adsorben memiliki kemampuan dalam menyerap senyawa organik melalui oksigen kompleks baik pada pori-pori maupun permukaannya. Untuk menurunkan surfaktan maka dilakukanlah proses adsorpsi menggunakan arang bambu aktif. Pengaruh adsorben arang bambu aktif terhadap penurunan kadar surfaktan dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Table 4.5 Penurunan nilai surfaktan pada air limbah binatu

No	Parameter	Dosis Arang Bambu Aktif (g/L)	Awal	Konsentrasi Akhir (mg/L)
1	Surfaktan	0	6,512	5,610
		5		5,518
		10		5,312
		15		4,416

(Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium, 2020)

Konsentrasi surfaktan awal pada air limbah binatu sebelum dilakukannya adsorpsi sebesar 6,512 mg/L, nilai tersebut belum melebihi standar baku mutu yaitu sebesar 3 mg/L. Pada tabel 4.6 terjadinya penurunan surfaktan awal dari nilai 6,512 mg/L turun menjadi 4,416 mg/L, dengan dosis adsorben 15 g/L. Penurunan kadar surfaktan dengan beberapa variasi dosis adsorben dapat dilihat pada Tabel 4.5.



Gambar 4.4 Grafik hubungan variasi dosis arang bambu aktif terhadap penurunan surfaktan

Hasil analisis data pada Grafik 4.4 menunjukkan hasil pengukuran kadar surfaktan dengan penambahan arang bambu aktif. Rerata kadar surfaktan awal dan setelah perlakuan untuk kontrol, dengan dosis 0 g/L, 5 g/L, 10 g/L, 15 g/L secara berturut-turut turun sebesar 6,512 mg/L, 5,610 mg/L, 5,518 mg/L, 5,312 dan 4,416. Dengan adanya perlakuan penambahan arang bambu aktif, maka terjadinya

penurunan disetiap variasi dosisnya, namun nilai tersebut masih berada diatas baku mutu, hal ini disebabkan karena pada proses adsorpsi yang berjalan tidak optimal.

Menurut (Wicheisa, 2018), beberapa faktor yang mempengaruhi tidak optimalnya proses adsorpsi, antara lain dosis karbon aktif, temperatur serta lama waktu kontak. Dosis karbon aktif berperan memberi sisi permukaan aktif sehingga terjadinya proses penarikan partikel. Pada penelitian ini proses adsorpsi berjalan kurang optimal dikarenakan semakin tinggi kadar dosis arang bambu aktif yang digunakan maka semakin rendah nilai yang didapat, sehingga menyebabkan terjadinya penurunan kadar surfaktan pada air limbah binatu.

4.2 Tingkat Efisiensi Kemampuan Arang Bambu Aktif dalam Mengadsorpsi pH, TSS, COD, Surfaktan

Setelah dilakukan pengujian penambahan arang bambu aktif dengan variasi dosis 0 g/L, 5 g/L, 10 g/L dan 15 g/L dengan kecepatan pengadukan 200 rpm selama 1 jam dan ukuran adsorben 100 mesh menunjukkan adanya pengurangan terhadap nilai pH, TSS, COD dan surfaktan pada air limbah binatu dengan adsorben dari arang bambu menggunakan *magnetic stirrer*, sedimentasi dan filtrasi. Kecepatan pengadukan secara umum adalah salah satu faktor yang mempengaruhi pada proses adsorpsi, semakin tingginya kecepatan pengadukan maka bidang kontak antara adsorbat dan adsorben akan semakin luas. Menurut Sirajuddin dkk. (2017), kecepatan pengadukan 200 rpm dapat menyerap secara merata ke segala arah, sehingga menghasilkan nilai yang optimal untuk proses adsorpsi, jika digunakan kecepatan pengadukan diatasnya maka membuat ikatan adsorben dan limbah terlepas, sehingga tidak memiliki kemampuan untuk membentuk ikatan yang kuat, namun jika digunakan kecepatan di bawah 200 rpm maka hasil penyerahannya tidak berjalan optimal dikarenakan pengadukan yang tidak merata ke segala arah dan adsorpsi akan berjalan lambat. Selain itu berdasarkan Julia (2013), ukuran adsorben 100 mesh dapat menyerap secara baik, hal ini dikarenakan semakin kecilnya ukuran adsorben maka akan menghasilkan bidang kontak yang lebih banyak. Proses perlakuan dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Sampel air limbah binatu (a) sebelum dan (b) saat proses pengolahan



Gambar 4.6 Sampel air limbah binatu saat proses (a) sedimentasi dan (b) filtrasi

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh nilai efisiensi dari masing-masing parameter yaitu *Power of Hydrogen* (pH), *Total Suspended Solid* (TSS), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan Surfaktan. Hasil penelitian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Pengaruh dosis arang bambu aktif terhadap efisiensi dan kapasitas adsorpsinilai pH, TSS, COD dan surfaktan

No	Dosis Arang Bambu Aktif	Penyisihan Nilai Ph	Efisiensi (%) Penurunan TSS	Efisiensi (%) Penurunan COD	Efisiensi (%) Penurunan Surfaktan	Kapasitas Adsorpsi TSS (mg/g)	Kapasitas Adsorpsi COD (mg/g)	Kapasitas Adsorpsi Surfaktan (mg/g)
1	0 g/L	8,0	48,08	38,92	13, 85	0	0	0
2	5 g/L	7,8	57,37	67,20	15,26	21	55,24	0,19
3	10 g/L	7,7	68,85	68,49	18,42	12,6	28,15	0,11
4	15 g/L	7,4	70,49	70,51	32,18	8,6	19,32	0,13

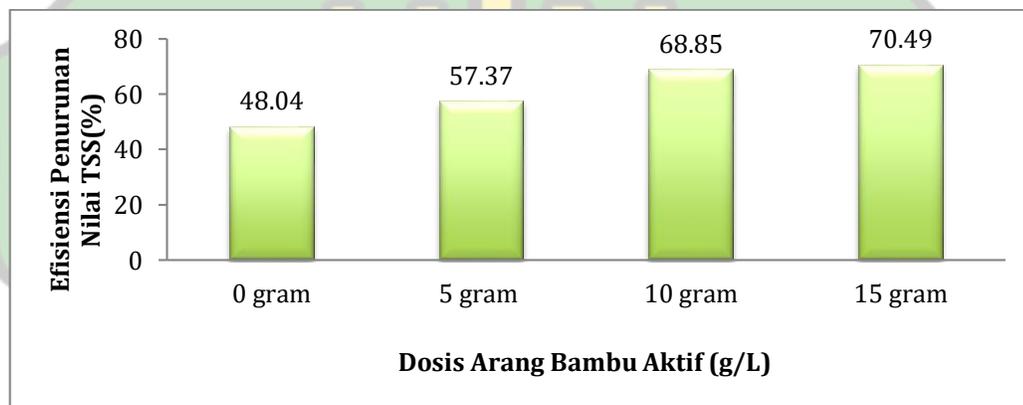
(Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium, 2020)

Adanya kandungan pencemar dalam limbah binatu, diberi perlakuan dengan proses adsorpsi, sedimentasi dan filtrasi. Keberadaan padatan tersuspensi memiliki hubungan dengan terjadinya penurunan nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD). Hal ini disebabkan karena adanya suspensi dalam partikel koloid sehingga menyebabkan peningkatan nilai COD. Dapat dilihat pada Tabel 4.7 dosis adsorben 15 g/L dengan kecepatan pengadukan 200 rpm dan waktu kontak selama satu jam mampu menurunkan kadar pH (7,4), TSS (70,49%), COD (70,51%), surfaktan (32,18 %)serta menghasilkan efisiensi penurunan yang semakin baik setiap perlakuannya dan kapasitas adsorpsinya berbanding terbalik dengan kapasitas adsorpsi yang hanya mencapai, TSS (8,6 mg/g), COD (19,32 mg/g)dan surfaktan (0,13 mg/g). Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh massa karbon aktif, menunjukkan nilai kapasitas adsorpsi menurun dengan bertambahnya massa adsorben. Hal ini dikarenakan pada saat terjadinya peningkatan massa adsorben maka terjadinya peningkatan persentase nilai efisiensi adsorpsi dan penurunan kapasitas adsorpsi (Arif, 2014).

Selain pengaruh dari berat massa yang digunakan, waktu dan kecepatan pengadukan dengan *magnetic stirrer* juga sangat mempengaruhi proses adsorpsi. Jika kecepatan saat pengadukan terlalu tinggi, maka akan merusak struktur dari adsorben

dan adsorpsi pun berjalan kurang optimal, karena ikatan adsorben dengan pencemar tidak sempat membentuk ikatan yang kuat, begitu pula sebaliknya, jika kecepatan putaran terlalu singkat maka menyebabkan proses adsorpsi lambat, sehingga adsorben lama membentuk ikatan dengan zat pencemar. Selain itu lama waktu kontak juga sangat berpengaruh, gaya adsorpsi molekul dari suatu zat terlarut akan mengikat apabila waktu kontak yang diberikan semakin lama. Pada penelitian ini tampak jelas, bahwa faktor yang berpotensi mempengaruhi proses adsorpsi yaitu dengan adanya peningkatan dosis. Sehingga dengan begitu berpotensi menghasilkan penyerapan yang lebih baik dan besar.

4.2.1 Efisiensi penurunan kadar *Total Suspended Solid (TSS)*



Gambar 4.7 Grafik hubungan dosis arang bambu aktif terhadap efisiensi adsorpsi nilai TSS

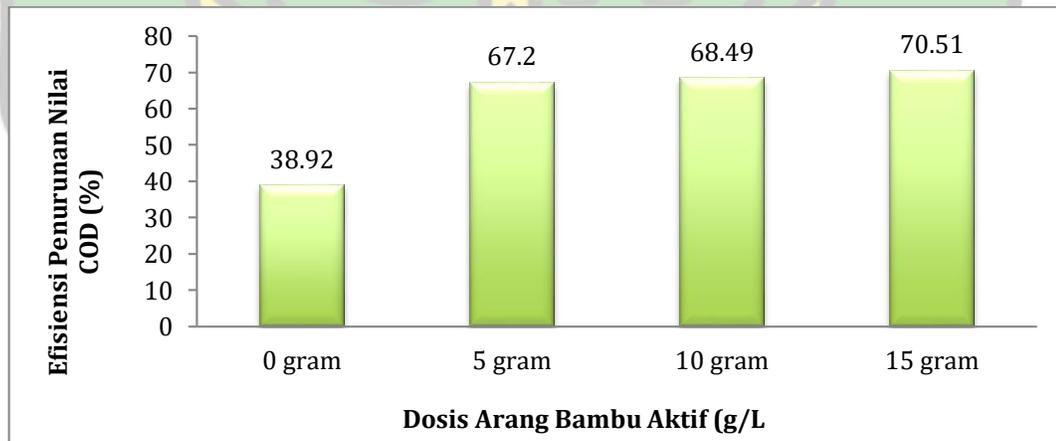
Gambar 4.7 menunjukkan efisiensi TSS dari keempat variasi dosis yang digunakan, semua perlakuannya mampu untuk menyerap kadar TSS. Penurunan nilai TSS terendah 0 g/L tanpa penambahan adsorben dengan efisiensi 48,08% dan kadar TSS terbesar terdapat pada variasi dosis 15 g/L dengan efisiensi penurunan sebesar 70,49%. Adanya penurunan TSS setelah dilakukan adsorpsi, sedimentasi dan filtrasi dapat dibuktikan dengan lebih jernihnya hasil air limbah serta dengan adanya proses filtrasi dapat membuat warna air yang semula keruh menjadi bening selain itu penurunan TSS dapat dibuktikan secara langsung dengan residu yang terjerap pada kertas saring.

Penyerapan *Total Suspended Solid* (TSS) pada limbah binatu dengan massa adsorben yang paling efisien yaitu dengan variasi dosis 15 gram kedalam 1000 mL limbah dan kecepatan pengadukan 200 rpm selama 1 jam, dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi} &= \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \% & (4.1) \\ &= \frac{183 - 54}{183} \times 100 \% \\ &= 70,49 \% \end{aligned}$$

C_o adalah konsentrasi TSS sebelum diolah dan C_e adalah nilai TSS setelah proses pengolahan dengan proses adsorpsi, maka diperoleh nilai TSS dengan efisiensi terbaik pada dosis 15 g/L sebesar 70,49 %.

4.2.2 Efisiensi penurunan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD)



Gambar 4.8 Grafik hubungan dosis arang bambu aktif terhadap efisiensi adsorpsi nilai COD

Gambar 4.8 menunjukkan efisiensi COD dari keempat variasi dosis yang digunakan, semua perlakuannya mampu untuk menyerap kadar COD, namun dalam penurunan kadar COD terdapat perbedaan pada masing-masing variasi dosis yang ditambahkan. Penambahan arang bambu aktif sebanyak 0 g/L dapat menurunkan kadar COD sebesar 38,92%, penambahan arang bambu aktif sebanyak 5 g/L, 10 g/L

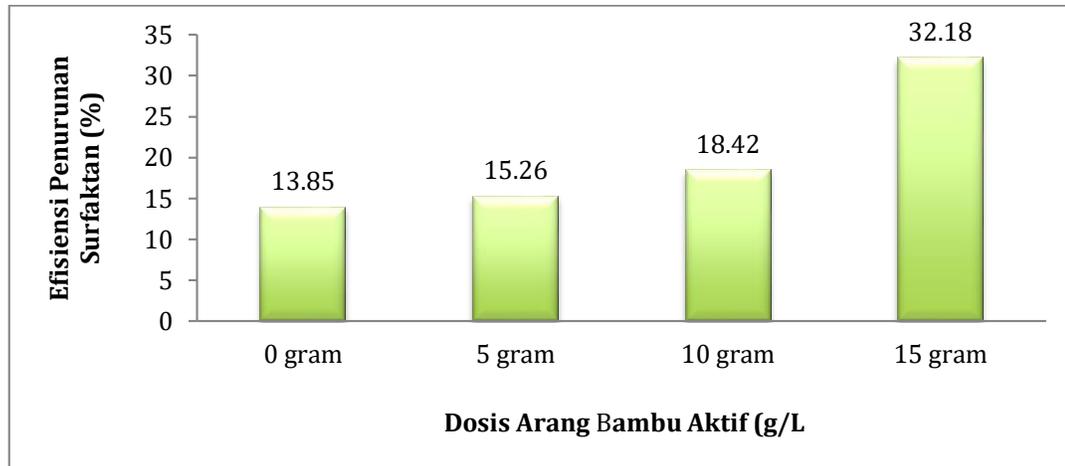
dan 15 g/L dapat menurunkan COD 67,20 %, 68,49% dan 70,51%. Nilai yang paling optimal untuk menurunkan kadar COD pada variasi dosis 15 g/L dengan efisiensi penurunan sebesar 70,51 % hal ini dipengaruhi oleh optimalnya arang bambu aktif yang digunakan sebagai adsorben dan penyisihan nilai terendah pada variasi dosis 0g/L tanpa penambahan adsorben dengan efisiensi 38,92 %. Hasil adsorpsi ini menunjukkan banyaknya jumlah massa adsorben, maka berbanding lurus dengan nilai efisiensi removal COD dan menghasilkan nilai efisiensi terbaik.

Penyerapan *Chemical Oxygen Demand*(COD) pada limbah binatu dengan massa adsorben yang paling efisien yaitu dengan variasi dosis 15 gram kedalam 1000 mL limbah dan kecepatan pengadukan 200 rpm selama 1 jam, dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi} &= \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \% & (4.2) \\ &= \frac{411 - 121,2}{411} \times 100 \% \\ &= 70,51 \% \end{aligned}$$

C_o adalah konsentrasi COD sebelum diolah dan C_e adalah nilai COD setelah proses pengolahan dengan proses adsorpsi, maka diperoleh nilai COD dengan efisiensi terbaik pada dosis 15 g/L sebesar 70,51%.

4.2.3 Efisiensi penurunan kadar surfaktan



Gambar 4.9 Grafik hubungan dosis arang bambu aktif terhadap efisiensi adsorpsi nilai surfaktan

Efisiensi penurunan kadar surfaktan pada Gambar 4.9 menunjukkan keempat variasi dosis yang digunakan, pada setiap perlakuannya mampu untuk menyerap kadar surfaktan. Penurunan kadar surfaktan terendah pada variasi dosis 0 g/L tanpa penambahan adsorben dengan efisiensi 13,85 % dan penyisihan nilai terbesar terdapat pada variasi dosis 15 g/L dengan efisiensi penurunan sebesar 32,18 %. Hasil dari grafik adsorpsi menggunakan arang bambu aktif dengan Variasi Dosis 5 g/L, 10 g/L dan 15 g/L dalam proses penyerapannya berjalan kurang efisien sehingga masih berada berada dibawah standar baku mutu, hal ini dipengaruhi semakin besarnya massa adsorben yang digunakan maka persentase penyisihan konsentrasi pun semakin besar dan diperkuat oleh Mauriza (2020), besarnya massa adsorben yang digunakan berpengaruh terhadap semakin baiknya hasil yang didapat, hal ini dipengaruhi oleh semakin beratnya massa adsorben yang digunakan maka akan semakin bertambahnya luas permukaan serta jumlah partikel, dengan begitu massa adsorben akan semakin banyak dan mengikat.

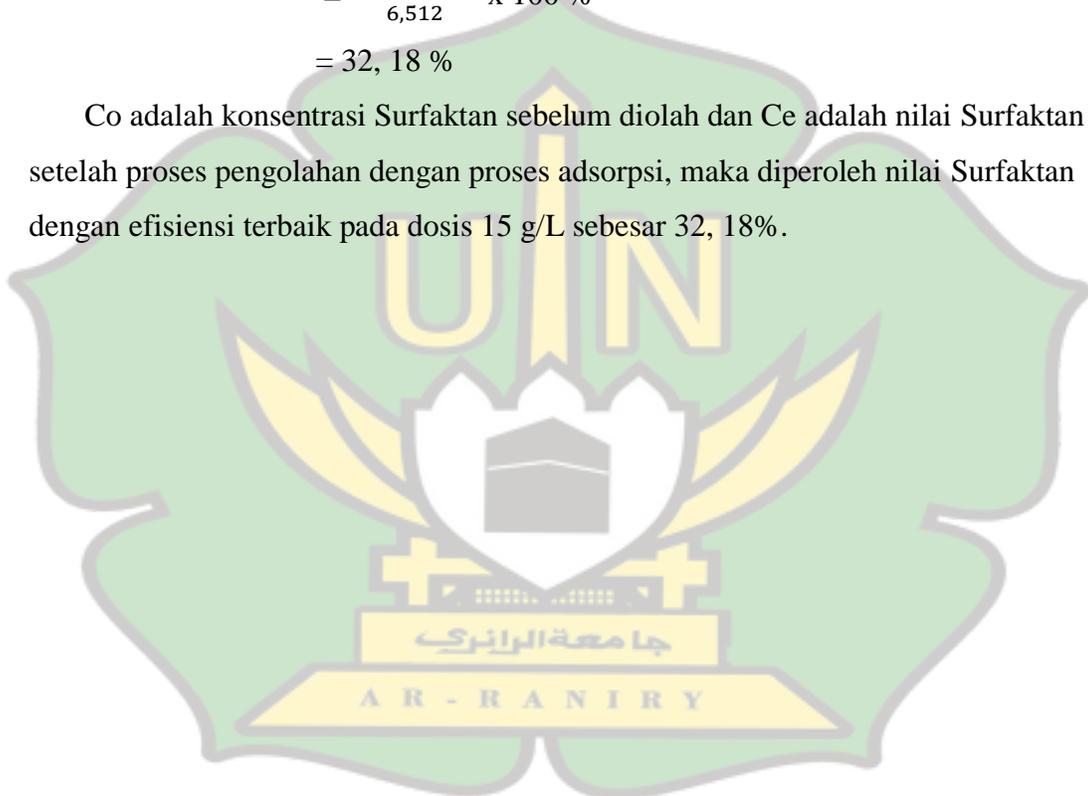
Penyerapan Surfaktan pada limbah binatu dengan massa adsorben yang paling efisien yaitu dengan variasi dosis 15 gram kedalam 1000 mL limbah dan kecepatan pengadukan 200 rpm selama 1 jam, dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi} = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \% \quad (4.3)$$

$$= \frac{6,512 - 4,416}{6,512} \times 100 \%$$

$$= 32,18 \%$$

C_o adalah konsentrasi Surfaktan sebelum diolah dan C_e adalah nilai Surfaktan setelah proses pengolahan dengan proses adsorpsi, maka diperoleh nilai Surfaktan dengan efisiensi terbaik pada dosis 15 g/L sebesar 32,18%.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang diperoleh maka dapat diambil kesimpulan mengenai Penyisihan Polutan pada Limbah Binatu Menggunakan Adsorben Arang Bambu Aktif yaitu:

1. Hasil penurunan pH (8,0), TSS (183 mg/L), COD (411mg/L) dan surfaktan (mg/L) yang efektif terdapat pada kadar 15 gram arang bambu aktif dengan waktu pengadukan 60 menit yaitu pH (7,4), TSS (54 mg/L), COD (121,2 mg/L) dan surfaktan (4,416 mg/L).
2. Kadar arang bambu aktif yang efisien dalam menurunkan pH, TSS, COD dan surfaktan adalah pada kadar 15 gram yaitu sebesar pH (7,4), TSS (70,49%), COD (70,51%) dan (32,12%).
3. Arang bambu aktif mampu menurunkan kadar surfaktan sebesar 4,416 mg/L, namun hasil ini belum memenuhi standar baku mutu yaitu 3 mg/L. Hal ini dipengaruhi oleh adanya variasi dosis. Semakin tinggi massa adsorben maka akan semakin meningkatkan jumlah total luas permukaan dan jumlah pori yang digunakan.

5.2 Saran

Adapun saran dalam penelitian ini yaitu perlu adanya penelitian lanjutan mengenai proses adsorpsi arang bambu aktif dengan menggunakan variasi tambahan, yaitu lama waktu kontak, kecepatan pengadukan dan dosis arang bambu aktif yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiastuti, dkk. (2018). Kajian Pengolahan Air Limbah Laundry Dengan Metode Adsorpsi Karbon Aktif Serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Azolla. *Jurnal Tanah dan Air (Soil and Water Journal)*, 15(1), 38-46.
- Aisyahlika, dkk. (2018). Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Cangkang Bintaro (*Cerbera Odollam*) Terhadap Zat Warna Sintetis *Reactive Red-120* dan *Reactive Blue-198*. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, 2(2), 148-155.
- Anggraeni, I. S. dan Yuliana, L.E. (2015). *Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Tempurung Siwalan (Borassus Flabellifer L) Dengan Menggunakan Aktivator Seng Klorida (ZnCl₂) dan Natrium Karbonat (NaCO₃)*. Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Apriyani, Nani. (2017). Penurunan Kadar Surfaktan dan Sulfat dalam Limbah Laundry. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2(1), 37-44.
- Arif, A. R. (2014). *Adsorpsi Karbon Aktif dari Tempurung Kluwak (Pangium edule) Terhadap Penurunan Fenol*. Skripsi. Makassar: Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin.
- Ariyanto, Putra dan Yuantari, M.G.C. (2016). Analisis Limbah Laundry Informal Dengan Tingkat pencemaran Lingkungan di Kelurahan Muktiharjo Kidul Kecamatan Pedurungan Semarang. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(1), 1-12.
- Arsad, Effendi. (2015). Teknologi Pengolahan dan Manfaat Bambu. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 7(1), 45-52.
- Choirunnisa, Nur, dkk. (2018). Efektivitas Variasi Ketebalan Arang Aktif Bambu Dalam Menurunkan Kadar Kadmium (Cd) Pada Larutan Pupuk Mengandung Kadmium. *Jurnal Kesehatan Masyarakat USU*, 4(2), 53-58.
- Dahruji, Wilianarti, P. F., & Hendarto, T. (2017). Studi Pengolahan Limbah Usaha Mandiri Rumah Tangga dan Dampak Bagi Kesehatan di Wilayah Kenjeran. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 36-44.

- Fanani, N dan Ika, F. U. (2019). Sintesis dan Karakterisasi Karbon Aktif Dari Limbah Bambu Menakan Aktivator Dari Asam Phospat (H_3PO_4). *Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*.
- Gunawan, Ari. (2018). *Pemanfaatan Adsorben Zeolit, Karbon Aktif dan Silika Untuk Pengolahan Limbah Laboratorium Kimia di SMK SMTI Bandar Lampung*. Tesis. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Haderiah dan Dewi, N. V. (2015). Meminimalisir Kadar Deterjen Dengan Penambahan Koagulan dan Filtrasi Media Saring pada Limbah Kamar Mandi. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 1(1), 35-41.
- Hakiki, D.R. (2016). *Identifikasi dan Inventarisasi Bambu di Blok Pendidikan dan Penelitian Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman*. Skripsi. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Halim, P.A. (2014). *Biosand Filter Dengan Reaktor Karbon Aktif Dalam Pengolahan Limbah Cair Laundry*. Skripsi. Depok: Universitas Hasanuddin.
- Hasmalina dan Musyrik.R.N. (2013). Pemanfaatan Campuran Karbon Arang Bambu dan Serbuk Habbatussauda Sebagai Adsorben Dalam Penyaringan Air Baku Untuk Air Minum. *Jurnal Photon*, 3(2), 7-12.
- Hidayah, N. (2016). Pemanfaatan Senyawa Metabolit Sekunder Tanaman (Tanin dan Saponin Dalam Mengurangi Emisi Metan Ternak Ruminansia). *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 11(2).
- Hutapea, dkk. (2017). Pembuatan dan karakteristik Karbon Aktif Dari Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) Dengan Aktivasi KOH Berbantuan Gelombang Mikro, Program Studi S1 Fisika, FMIPA, Universitas Riau. *Jurnal Komunikasi Fisika Indonesia*, 14(1).
- Jannah, Rauzatul. (2020). *Pemanfaatan Biji Asam Jawa Sebagai Koagulan Untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Pengolahan Ikan*. Skripsi. Banda Aceh: Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Julia. (2013). Pengurangan FFA dan Warna Dari Minyak Jelantah Dengan Adsorben Serabut Kelapa dan Jerami. *Jurnal Teknik Kimia*, 2(1).

- Junaidi, L dan Hendra, W. (2013). Karakterisasi dan Uji Efektivitas Arang Bambu Sebagai Filter Asap Rokok. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 24(2), 74-81.
- Kamiswari, Hidayat, dkk. (2013). Pengaruh Pemberian Deterjen Terhadap Mortalitas Ikan Platy sp. *LenteraBio*, 139.
- Karim, M, A, dkk. (2017). Pembuatan dan Kegunaan Arang Aktif. *Distilasi*, 2(1), 9-22.
- Khulu, R.H. (2016). *Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa (Cocos nucifera L) Sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru*.aa Skripsi. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Kunu, P. J. (2013). Mitigasi Krisis Air dan On-Efisiensi Pemanfaatan Air di Pulau-Pulau Kecil. *Prosiding FMIPA Universitas Pattimura*.
- Majid, Makhraja. dkk. (2017). Efektivitas Penggunaan Karbon Aktif Pada Penurunan Kadar Fosfat Limbah Cair Usaha Laundry di Kota Parepare Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Nasional IKAKESMADA*.
- Manurung, M. dkk. (2019). Sintesis Dasar Karakterisasi Arang Dari Limbah Bambu Dengan Aktivator $ZnCl_2$. *Cakra Kimia (Indonesia E-Journal of Applied Chemistry)*, 7(1), 69-77.
- Mauriza, Risna (2020). *Uji Efektivitas Cangkang Keong Mas (Pomacea Canaliculata L) Sebagai Adsorben Dalam Menyerap Logam Berat Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb)*. Skripsi. Banda Aceh: Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Muna A. S. M. (2020). *Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Dari Batang Pisang Sebagai Adsorben Untuk Penyerapan Ion Logam Cr (IV) Pada Air Limbah Industri*. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang
- Nayli, Wilda dan Rusydi, A. F. (2014). Kemampuan Zeolit Dalam Sorpsi Terhadap Nitrat di Air. Pusat Penelitian Geoteknologi . Bandung.
- Ngafifuddin, M. dkk. (2017). Penerapan Rancangan Bangun pH Meter Berbasis Arduino Pada Mesin Pencuci Film Radiografi Sinar-X. *Jurnal Sains Dasar*, 6(1), 66-70.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang *Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/ Atau Kegiatan Industri Sabun, Deterjen dan Produk-Produk Minyak Nabati*.

- Permata, W. M. (2016). *Pemodelan Biological Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Birespon Pada Data Longitudinal Berdasarkan Estimator Spline Truncated (Studi Kasus Sungai Brantas di Sekitar Lokasi Industri)* .Skripsi. Jawa Timur: Universitas Airlangga.
- Pungus, M. dkk.(2019). Penurunan Kadar BOD dan COD Dalam Limbah Cair Laundry Menggunakan Kombinasi Adsorben Alam Sebagai Media Filtrasi. *Fullerene Journal Of Chem*, 4(2),54-60.
- Putra Negara, D, N, K. dkk. (2016). Potensi Bambu Swat (*gigantochloa verticillata*) Sebagai Material Karbon Aktif Untuk Adsorben Natural Gas (ANG).*Jurnal Energi dan Manufaktur*, 9(2),174-179.
- Rahmayani (2013).Pemanfaatan Limbah Batang Jagung Sebagai Adsorben Alternatif Pada Pengurangan Kadar Klorin Dalam Air Olahan (Treated Water). *Jurnal Teknik Kimia*, 2(2).
- Rohman, M, K. (2016).*Pengolahan Limbah Cair Laundry Menggunakan Filter Membran Dari Sintesis Zeolit dan Kitosan Untuk Menurunkan Total Suspended Solid (TSS) dan Surfaktan*.Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rumidatul, A. (2006).*Efektivitas Arang Aktif Sebagai Adsorben Pada Pengolahan Air Limbah*.Tesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Saputra, R. A. dan Suparno.(2016). *Teknik Penyaringan Limbah Cair Laundry Dengan Menggunakan Sistem FAS (Filtrasi, Adsorpsi dan Sedimentasi)*. *Jurnal Fisika*, 5(4).
- Sholichah, Arnelli, dkk. (2013). Pengaruh Waktu Hidrotermal Pada Sintesis Zeolit Dari Abu Sekam Padi Serta Aplikasinya Sebagai *Builder* Deterjen .*Chem Info*, 1(1),121-129.
- Sirajuddin, Syahrir, dkk. (2017). Optimasi Kecepatan Pengadukan Pada Proses Adsorpsi Limbah Cair Laundry Untuk Menurunkan Kadar Surfaktan Menggunakan Batu Bara.*Jurnal umj*.
- Siregar, dkk.(2015). Karakterisasi Karbon Aktif Asal Tumbuhan dan Tulang Hewan Menggunakan FTIR dan Analisis Kemometrika.*Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia*, 1(2),103-116.
- Siswardani, A. M. dkk.(2016). Fitoremediasi Phospat Limbah Cair Laundry Menggunakan Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) dan Bambu Air

(*Equisetum hyemale*) Sebagai Sumber Belajar Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 1(1), 222-230.

Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 06-3730-1995 Tentang *Arang Aktif Teknis*.

Suastuti dkk.(2015). Pengolahan Larutan Deterjen Dengan Biofilter Tanaman Kangkung (*Ipomoea crassicaulis*) Dalam Sistem Batch (Curah) Terserasi. *Jurnal Kimia*, 9(1), 98-104.

Supriyatno, Budi. (2000). Pengelolaan Air Limbah Yang Berwawasan Lingkungan Suatu Strategi dan Langkah Penanganannya. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 1(1), 17-26.

Syahrani, H. dan Nahron, M. S. (2017). Analisis Sebaran Penggunaan Air Domestik di Kecamatan Binjai Kota. *Tunas Geografi*, 17.

Syauqiah, I. dkk.(2011). Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengadukan Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif. *Info Teknik*, 12(1), 11-20.

Taufik, Imam. (2006). Pencemaran Deterjen Dalam Perairan dan Dampaknya Terhadap Organisme Air. *Media Akuakultur*, 1(1), 26-27.

Utomo, Zjakra, dkk. (2018). Penurunan Kadar Surfaktan Anionik dan Fosfat Dalam Air Limbah Laundry di Kawasan Keputih, Surabaya Menggunakan Karbon Aktif. *Akta Kimindo*, 3(1), 127-140.

Wati, D. A. (2014). Keefektifan Penambahan Koagulan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) Untuk Menurunkan Kadar Total Suspended Solid (TSS) Pada Limbah Cair Tahu. Skripsi. Jawa Tengah: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Wicheisa, F, V, dkk. (2018). Penurunan Kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) Pada Limbah Cair Laundry Orens Tembalang Dengan Berbagai Variasi Dosis Karbon Aktif Tempurung Kelapa. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(6).

Widayatno, Yuliawati, dkk. (2017). Adsorpsi Logam Berat (Pb) Dari Limbah Cair Dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, 1(1), 17-23.

Widyaningsih, Vini. (2011). *Pengolahan Limbah Cair Kantin Yongma Fisip UI*. Skripsi. Depok: Universitas Indonesia.

Wijaya, Heny. (2018). Pembuatan dan Karakteristik Karbon Aktif Dari Limbah Kulit Singkong (*Manihot utilissima*) Dengan Aktivator $ZnCl_2$ dan $NaCl$ Untuk

Mengadsorpsi Senyawa Fenantrena .Skripsi. Bandar Lampung : Universitas Lampung.

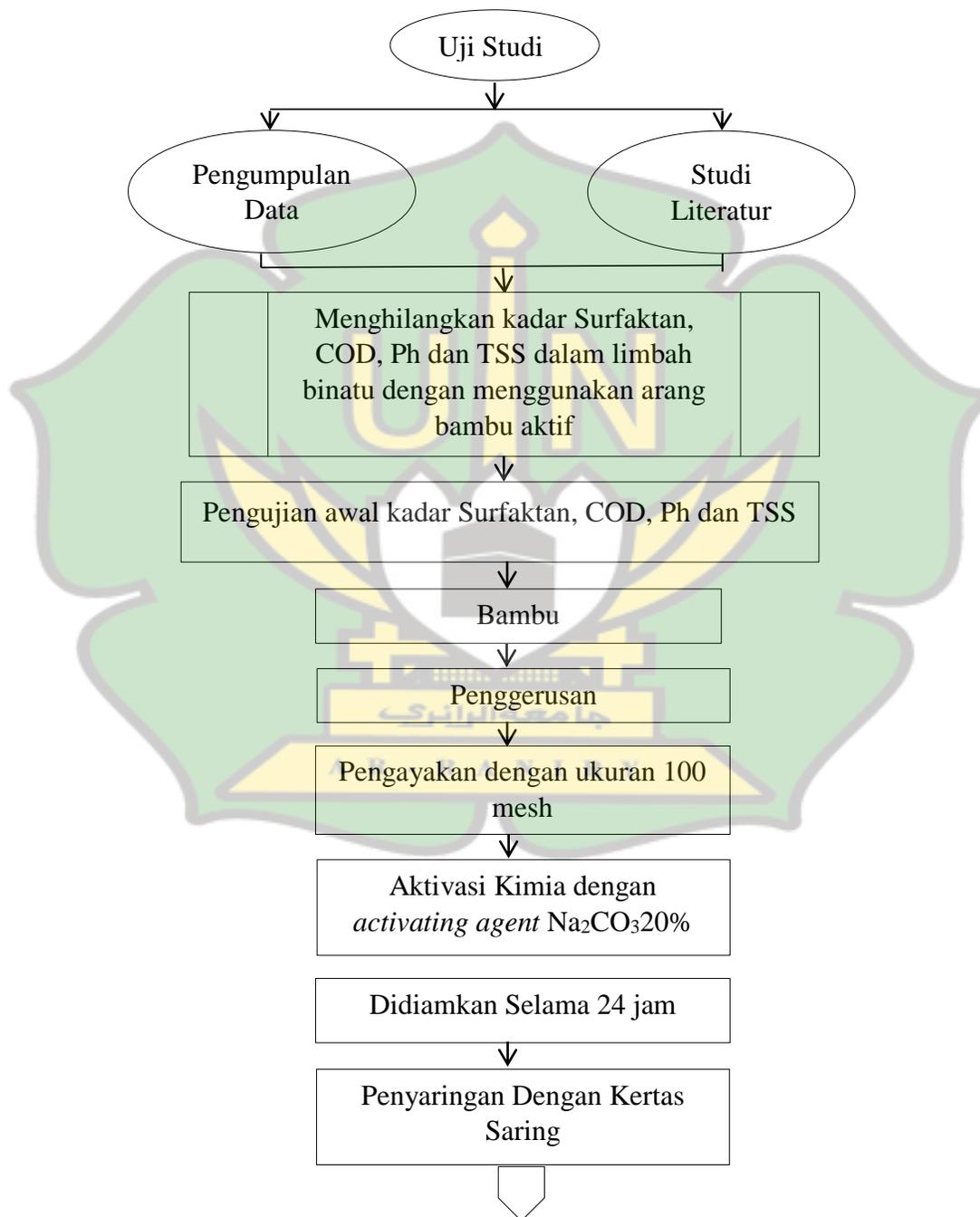
Yulian, Annisa dan Sudibandriyo, Mahmud.(2014). Produksi Karbon Aktif Dari Bambu Andong (*Gigantochloa Verticillata*) Menggunakan Activating Agen $ZnCl_2$ dan CO_2 .*Produksi Karbon*. 1-7.

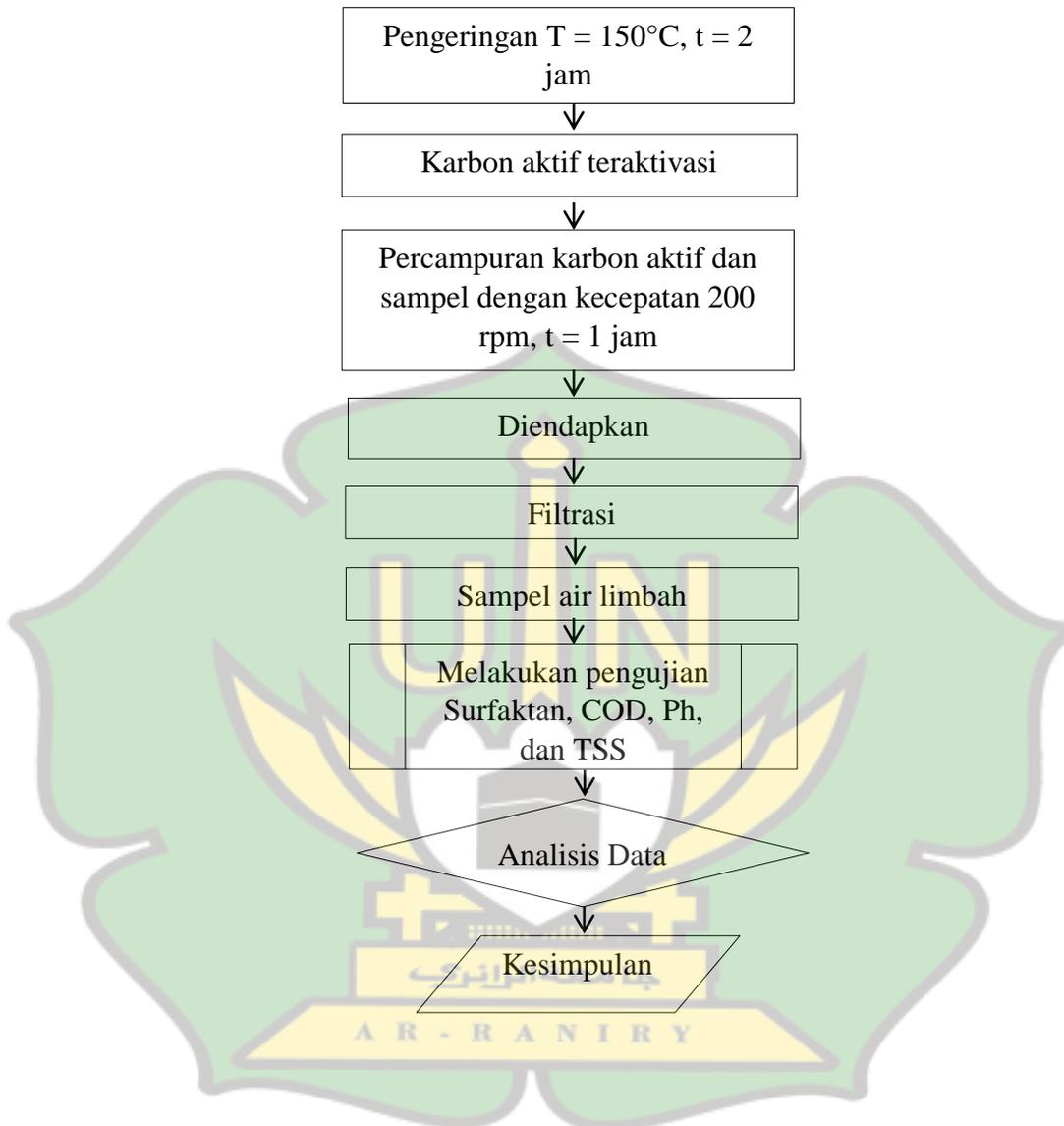
Yuliani, R.L, Elly, dkk. (2015). Pengaruh Limbah Deterjen Industri Laundry Terhadap Mortalitas dan Indeks Fisiologi Ikan Nila.*Biologi, Sains, Lingkungan dan Pembelajarannya*. 55-61.



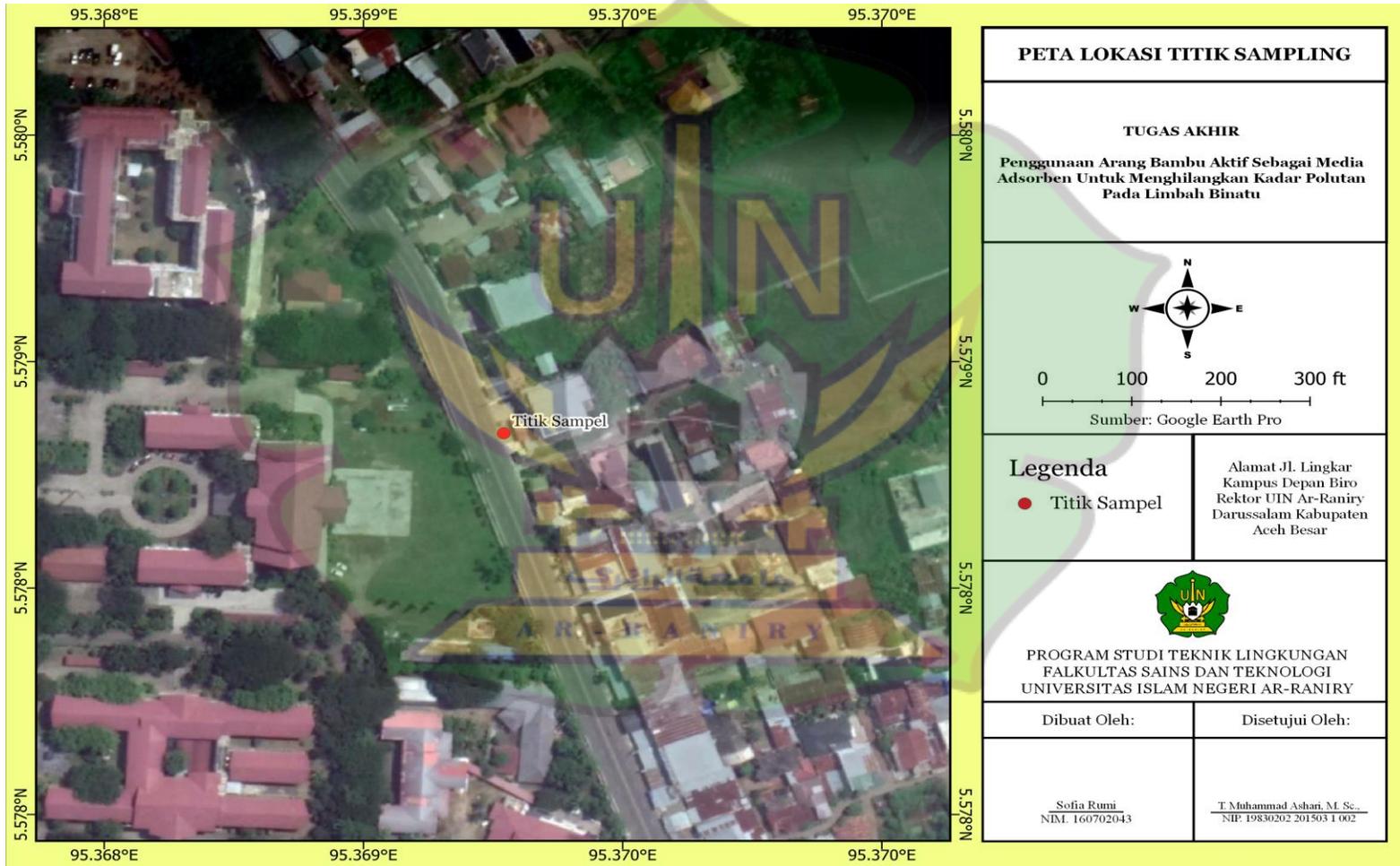
LAMPIRAN A GAMBAR

Lampiran A.1: Gambar Diagram Alur Penelitian





Lampiran A.2: Peta Lokasi Pengambilan Sampel



Lampiran A.3: Tahap Persiapan

1. Preparasi arang bambu



Gambar 1. Arang bambu



Gambar 2. Penumbukan arang bambu



Gambar 3. Pengayakan arang bambu dengan ukuran 100 mesh

2. Pengambilan sampel



Gambar 4. Pengambilan air limbah binatu pada *Outlat* pembuangan air limbah

Lampiran A.4 : Tahap Penelitian

1. Proses aktivasi



Gambar 5. Membuat larutan aktivasi



Gambar 6. Perendaman arang dengan Na_2CO_3 20%, $t = 24$ jam



Gambar 7. Proses penyaringan



Gambar 8. Pencucian dengan aquades



Gambar 9. Pengovenan $T = 150^\circ\text{C}$
 $t = 2$ jam



Gambar 10. Karbon aktif

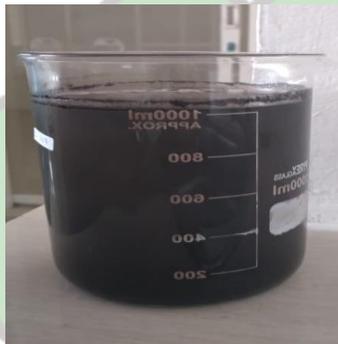
2. Proses pengujian air limbah binatu



Gambar 11. Penimbangan serbuk arang bambu aktif 5 g, 10 g dan 15 g



Gambar 12. Pengadukan menggunakan *magnetic stirrer*



Gambar 13. Pengendapan



Gambar 14. Filtrasi

3. Pengukuran parameter *Power of Hydrogen* (pH)



Gambar 15. Hasil uji *Power of Hydrogen*(pH) awal, 0g, 5g, 10g dan 15 g

4. Pengujian parameter *Total Suspended Solid (TSS)*



Gambar 16. Penyaringan air limbah dengan pompa vacum



Gambar 17. Pendinginan didalam desikator



Gambar 18. Hasil uji *Total Suspended Solid (TSS)* awal, 0g, 5g, 10g dan 15 g

5. Pengujian parameter *Chemical Oxygen Demand (COD)*



Gambar 19. Proses penambahan $K_2Cr_2O_7$ dan H_2SO_4



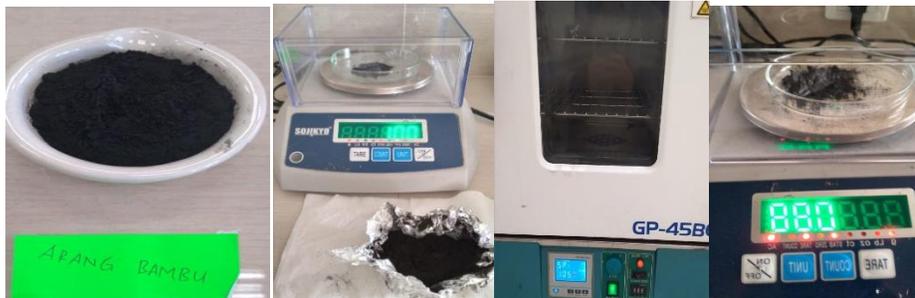
Gambar 20. Proses pemanasan selama 2 jam



Gambar 21. Hasil uji awal, 0g, 5g, 10g dan 15 g *Chemical Oxygen Demand*

Lampiran A.5 : Tahap Analisa Karbon Aktif

Penentuan kadar air



Gambar 22. Hasil uji kadar air sebelum proses aktivasi



Gambar 23. Hasil uji kadar air setelah proses aktivasi

LAMPIRAN B
TABEL

Waktu Penelitian	Waktu Penelitian																																
	Mei			Juni				Juli				Agustus				September				Oktober				November				Desember				Januari	
	Minggu Ke-																																
	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2				
Pengajuan Judul																																	
Identifikasi Masalah																																	
Penyusunan Proposal																																	
Seminar Proposal																																	
Revisi Proposal																																	
Pengurusan Izin Penelitian																																	
Penelitian																																	
Penyusunan Tugas Akhir																																	
Sidang Tugas Akhir																																	

LAMPIRAN C PERHITUNGAN

Lampiran C.1: Pembuatan larutan

Membuat larutan aktivator Na_2CO_3 20% sebanyak 1000 gram

$$\begin{aligned}\text{Massa Na}_2\text{CO}_3 &= \frac{20}{100} \times 1000 \\ &= 200 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa air} &= (1000-200) \text{ gram} \\ &= 800 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume air yang ditambahkan} \frac{m_{\text{air}}}{\rho_{\text{air}}} &= \frac{800 \text{ gram}}{0,998 \frac{\text{g}}{\text{ml}}} \\ &= 801,6 \text{ ml}\end{aligned}$$

Lampiran C.2: Penentuan kadar air

1. Kadar air sebelum aktivasi

$$\begin{aligned}\text{Kadar air} &= \frac{a-b}{a} \times 100 \% \\ &= \frac{(48,89-47,89) - (48,77-47,89)}{(48,89-47,89)} \times 100 \% \\ &= \frac{1-0,88}{1} \times 100 \% \\ &= 0,12 \times 100 \% \\ &= 12 \%\end{aligned}$$

2. Kadar air setelah aktivasi

$$\begin{aligned}\text{Kadar air} &= \frac{a-b}{a} \times 100 \% \\ &= \frac{(48,89-47,89) - (48,81-47,89)}{(48,89-47,89)} \times 100 \% \\ &= \frac{1-0,92}{1} \times 100 \% \\ &= 0,08 \times 100 \% \\ &= 8 \%\end{aligned}$$

Lampiran C.3: Perhitungan kadar air

1. Awal

$$\begin{aligned}
 \text{Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{vol contoh uji}} \\
 &= \frac{(0,1668-0,1485) \times 1000}{100 \text{ mL}} \\
 &= \frac{0,0183 \times 1000}{0,1 \text{ L}} \\
 &= 183 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

2. Dosis Arang Bambu Aktif 0 gram

$$\begin{aligned}
 \text{Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{vol contoh uji}} \\
 &= \frac{(0,1580-0,1485) \times 1000}{100 \text{ mL}} \\
 &= \frac{0,0095 \times 1000}{0,1 \text{ L}} \\
 &= 95 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

3. Dosis Arang Bambu Aktif 5 gram

$$\begin{aligned}
 \text{Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{vol contoh uji}} \\
 &= \frac{(0,1563-0,1485) \times 1000}{100 \text{ mL}} \\
 &= \frac{0,0078 \times 1000}{0,1 \text{ L}} \\
 &= 78 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

4. Dosis Arang Bambu Aktif 10 gram

$$\begin{aligned}
 \text{Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{vol contoh uji}} \\
 &= \frac{(0,1542-0,1485) \times 1000}{100 \text{ mL}} \\
 &= \frac{0,00057 \times 1000}{0,1 \text{ L}} \\
 &= 57 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

5. Dosis Arang Bambu Aktif 15 gram

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{vol contoh uji}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(0,1539-0,1485) \times 1000}{100 \text{ mL}} \\
 &= \frac{0,0054 \times 1000}{0,1 \text{ L}} \\
 &= 54 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

Lampiran C.4: Efisiensi penyerapan arang bambu aktif

1. TSS

a. Dosis arang bambu aktif 0 gram

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \% \\
 &= \frac{183-95}{183} \times 100 \% \\
 &= 48,08 \%
 \end{aligned}$$

b. Dosis arang bambu aktif 5 gram

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \% \\
 &= \frac{183-78}{183} \times 100 \% \\
 &= 57,37 \%
 \end{aligned}$$

c. Dosis arang bambu aktif 10 gram

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \% \\
 &= \frac{183-57}{183} \times 100 \% \\
 &= 68,85 \%
 \end{aligned}$$

d. Dosis arang bambu aktif 15 gram

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \% \\
 &= \frac{183-54}{183} \times 100 \% \\
 &= 70,49 \%
 \end{aligned}$$

2. COD

a. Dosis arang bambu aktif 0 gram

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \% \\
 &= \frac{411-251}{411} \times 100 \%
 \end{aligned}$$

$$= 38,92\%$$

b. Dosis arang bambu aktif 5 gram

$$\begin{aligned} E &= \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \% \\ &= \frac{411 - 134,8}{411} \times 100 \% \\ &= 67,20 \% \end{aligned}$$

c. Dosis arang bambu aktif 10 gram

$$\begin{aligned} E &= \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \% \\ &= \frac{411 - 129,5}{411} \times 100 \% \\ &= 68,49\% \end{aligned}$$

d. Dosis arang bambu aktif 15 gram

$$\begin{aligned} E &= \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \% \\ &= \frac{411 - 121,2}{411} \times 100 \% \\ &= 70,51 \% \end{aligned}$$

3. Surfaktan

a. Dosis arang bambu aktif 0 gram

$$\begin{aligned} E &= \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \% \\ &= \frac{6,512 - 5,610}{6,512} \times 100 \% \\ &= 13,85 \% \end{aligned}$$

b. Dosis arang bambu aktif 5 gram

$$\begin{aligned} E &= \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \% \\ &= \frac{6,512 - 5,518}{6,512} \times 100 \% \\ &= 15,26 \% \end{aligned}$$

c. Dosis arang bambu aktif 10 gram

$$E = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \%$$

$$= \frac{6,512-5,312}{6,512} \times 100 \%$$

$$= 18,42 \%$$

d. Dosis arang bambu aktif 15 gram

$$E = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100 \%$$

$$= \frac{6,512-4,416}{6,512} \times 100 \%$$

$$= 32,18 \%$$

Lampiran C.5: Kapasitas adsorpsi arang bambu aktif

1. TSS

a. Dosis arang bambu aktif 0 gram

Konsentrasi Terserap

$$(C_0 - C_1) = 183 \frac{mg}{L} - 95 \frac{mg}{L}$$

$$= 88 \frac{mg}{L}$$

Kapasitas Adsorpsi

$$Q = \frac{C_0 - C_1}{w} \times V$$

$$= \frac{88}{0} \times 1$$

$$= 0 \frac{mg}{L}$$

b. Dosis arang bambu aktif 5 gram

Konsentrasi Terserap

$$(C_0 - C_1) = 183 \frac{mg}{L} - 78 \frac{mg}{L}$$

$$= 105 \frac{mg}{L}$$

Kapasitas Adsorpsi

$$Q = \frac{C_0 - C_1}{w} \times V$$

$$= \frac{105}{5} \times 1$$

$$= 21 \frac{mg}{L}$$

c. Dosis arang bambu aktif 10 gram

Konsentrasi Terserap

$$\begin{aligned}(C_0 - C_1) &= 183 \frac{mg}{L} - 57 \frac{mg}{L} \\ &= 126 \frac{mg}{L}\end{aligned}$$

Kapasitas Adsorpsi

$$\begin{aligned}Q &= \frac{C_0 - C_1}{w} \times V \\ &= \frac{126}{10} \times 1 \\ &= 12,6 \frac{mg}{L}\end{aligned}$$

d. Dosis arang bambu aktif 15 gram

Konsentrasi Terserap

$$\begin{aligned}(C_0 - C_1) &= 183 \frac{mg}{L} - 54 \frac{mg}{L} \\ &= 129 \frac{mg}{L}\end{aligned}$$

Kapasitas Adsorpsi

$$\begin{aligned}Q &= \frac{C_0 - C_1}{w} \times V \\ &= \frac{129}{15} \times 1000 \\ &= 8,6 \frac{mg}{L}\end{aligned}$$

2. COD

a. Dosis arang bambu aktif 0 gram

Konsentrasi Terserap

$$\begin{aligned}(C_0 - C_1) &= 411 \frac{mg}{L} - 251 \frac{mg}{L} \\ &= 160 \frac{mg}{L}\end{aligned}$$

Kapasitas Adsorpsi

$$\begin{aligned}Q &= \frac{C_0 - C_1}{w} \times V \\ &= \frac{160}{0} \times 1\end{aligned}$$

$$= 0 \frac{mg}{L}$$

b. Dosis arang bambu aktif 5 gram

Konsentrasi Terserap

$$\begin{aligned}(C_0 - C_1) &= 411 \frac{mg}{L} - 134,8 \frac{mg}{L} \\ &= 276,2 \frac{mg}{L}\end{aligned}$$

Kapasitas Adsorpsi

$$\begin{aligned}Q &= \frac{C_0 - C_1}{w} \times V \\ &= \frac{276,2}{5} \times 1 \\ &= 55,24 \frac{mg}{L}\end{aligned}$$

c. Dosis arang bambu aktif 10 gram

Konsentrasi Terserap

$$\begin{aligned}(C_0 - C_1) &= 411 \frac{mg}{L} - 129,5 \frac{mg}{L} \\ &= 281,5 \frac{mg}{L}\end{aligned}$$

Kapasitas Adsorpsi

$$\begin{aligned}Q &= \frac{C_0 - C_1}{w} \times V \\ &= \frac{281,5}{10} \times 1 \\ &= 28,15 \frac{mg}{L}\end{aligned}$$

d. Dosis arang bambu aktif 15 gram

Konsentrasi Terserap

$$\begin{aligned}(C_0 - C_1) &= 411 \frac{mg}{L} - 121,2 \frac{mg}{L} \\ &= 289,8 \frac{mg}{L}\end{aligned}$$

Kapasitas Adsorpsi

$$\begin{aligned}Q &= \frac{C_0 - C_1}{w} \times V \\ &= \frac{289,8}{15} \times 1\end{aligned}$$

$$= 19.32 \frac{mg}{L}$$

3. Surfaktan

a. Dosis arang bambu aktif 0 gram

Konsentrasi Terserap

$$\begin{aligned} (C_0 - C_1) &= 6,512 \frac{mg}{L} - 5,610 \frac{mg}{L} \\ &= 0,902 \frac{mg}{L} \end{aligned}$$

Kapasitas Adsorpsi

$$\begin{aligned} Q &= \frac{C_0 - C_1}{w} \times V \\ &= \frac{0,902}{0} \times 1 \\ &= 0 \frac{mg}{L} \end{aligned}$$

b. Dosis arang bambu aktif 5 gram

Konsentrasi Terserap

$$\begin{aligned} (C_0 - C_1) &= 6,512 \frac{mg}{L} - 5,518 \frac{mg}{L} \\ &= 0,994 \frac{mg}{L} \end{aligned}$$

Kapasitas Adsorpsi

$$\begin{aligned} Q &= \frac{C_0 - C_1}{w} \times V \\ &= \frac{0,994}{5} \times 1 \\ &= 0,19 \frac{mg}{L} \end{aligned}$$

c. Dosis arang bambu aktif 10 gram

Konsentrasi Terserap

$$\begin{aligned} (C_0 - C_1) &= 6,512 \frac{mg}{L} - 5,321 \frac{mg}{L} \\ &= 1,191 \frac{mg}{L} \end{aligned}$$

Kapasitas Adsorpsi

$$Q = \frac{C_0 - C_1}{w} \times V$$

$$= \frac{1,191}{10} \times 1$$

$$= 0,11 \frac{mg}{L}$$

d. Dosis arang bambu aktif 15 gram

Konsentrasi Terserap

$$(C_0 - C_1) = 6,512 \frac{mg}{L} - 4,416 \frac{mg}{L}$$

$$= 2,096 \frac{mg}{L}$$

Kapasitas Adsorpsi

$$Q = \frac{C_0 - C_1}{w} \times V$$

$$= \frac{2,096}{15} \times 1$$

$$= 0,13 \frac{mg}{L}$$

