

**PEMANFAATAN ARANG AKTIF KULIT KAKAO
(*Theobroma cacao L.*) SEBAGAI MEDIA FILTER DALAM
PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI TAHU**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

Rizkan Ramazana

NIM. 190702095

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM - BANDA ACEH
2024 M/ 1446 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN ARANG AKTIF KULIT KAKAO (*Theobroma cacao L.*) SEBAGAI MEDIA FILTER DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAHU

TUGAS AKHIR


Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai salah satu Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Oleh:
RIZKAN RAMAZANA
NIM. 190702095


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

Disetujui untuk dimunaqasyahkan Oleh:

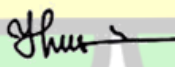
Pembimbing I


Arief Rahman, M.T.
NIDN. 2010038901

Pembimbing II


Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.
NIDN. 2010048202


Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan
A R - R A N I R Y


Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc.
NIDN. 2009118301

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN ARANG AKTIF KULIT KAKAO (*Theobroma cacao L.*)
SEBAGAI MEDIA FILTER DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAHU**

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 Persyaratan Kelulusan Program Sarjana Teknik (S-1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Senin/ 1- Juli 2024
Senin/ 25 Dzulhijjah 1445

Panitia Ujian Munqasyah Skripsi

Ketua

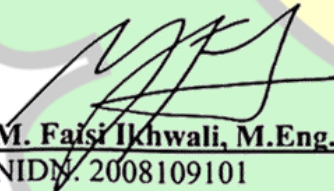
Sekretaris



Arief Rahman, M.T.
NIDN. 2010038901


Aulia Bohendi, S.T., M.Sc.
NIDN. 2010048202

Penguji I

Penguji II


M. Faisi Ikhwal, M.Eng.
NIDN. 2008109101


Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc.
NIDN. 2009118301

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh


Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU
NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : Rizkan Ramazana
Nim : 190702095
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-raniry Banda Aceh
Judul Tugas akhir : Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Kakao (*Theobroma Cacao L.*) Sebagai Media Filter Dalam Pengolahan Air Limbah Industri Tahu

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi 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 dipertanggung jawabkan dan ternyata memang benar ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

جامعة الرانيري

Banda Aceh, 20 Juni 2024

A _____ Yang menyatakan,



Rizkan Ramazana

ABSTRAK

Nama : Rizkan Ramazana
NIM : 190702095
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Kakao (*Theobroma Cacao L.*) Sebagai Media Filter Dalam Pengolahan Air Limbah Industri Tahu
Tanggal Sidang : 1 Juli 2024
Jumlah Halaman : 53
Pembimbing I : Arief Rahman, M.T.
Pembimbing II : Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.
Kata Kunci : Filtrasi, Air Limbah Tahu, dan Arang Aktif Kulit Kakao.

Kegiatan pada industri tahu menghasilkan produk sampingan yaitu limbah cair yang mengandung senyawa organik sehingga menyebabkan tingginya parameter COD, BOD, dan TSS, yang melebihi baku mutu yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 mengenai standar kualitas untuk industri kedelai, yang berpotensi menjadi ancaman bagi perairan. Oleh karena itu, mengolah limbah cair tahu sangat penting untuk mengurangi jumlah pencemar sebelum dibuang ke perairan. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kemampuan filtrasi media arang aktif kulit kakao dalam mendegradasi pencemar pada air limbah tahu. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah filtrasi *downflow*, pada unit 1 memiliki ketebalan penyangga kerikil adalah 20 cm, ketebalan media pasir adalah 30 cm dan arang kuit buah kakao tidak ada pada unit 1. Pada unit 2 terdiri dari penyangga kerikil adalah 20 cm, media pasir adalah 30 cm, dan arang tanpa aktivasi 10 cm. Kemudian pada unit 3 penyangga kerikil adalah 20 cm, media pasir adalah 30 cm, dan arang aktif 10 cm. Setelah dilakukan pengolahan, persentase efektivitas paling optimal terdapat pada unit filtrasi 3, dimana pada unit tersebut mampu mengurangi COD dari 1500 mg/L menjadi 1008 mg/L dengan efektivitas penyisihan sebesar 32,8%. Konsentrasi awal BOD sebesar 1126 mg/L berkurang menjadi 42 mg/L dengan efektivitas penyisihan sebesar 96,2%, sementara konsentrasi awal TSS sebesar 640 mg/L berkurang menjadi 297 mg/L dengan efektivitas penyisihan sebesar 53,6% dan pada pH 6.7. Pada parameter BOD dan pH sudah memenuhi standar baku mutu, sedangkan parameter COD dan TSS belum memenuhi standar baku mutu. Hal ini menunjukkan perlunya penyempurnaan dan pengembangan metode pengolahan

limbah cair tahu untuk memastikan kepatuhan terhadap standar industri dan meminimalkan dampak lingkungan dari produksi tahu. Penggunaan arang aktif kakao tidak memberikan hasil yang signifikan dibandingkan dengan arang kulit kakao yang tidak diaktivasi. Meskipun arang aktif memiliki kapasitas adsorpsi lebih tinggi, perbedaan efektivitasnya tidak terlalu besar, dan kontaminan dapat ditangani dengan baik oleh arang yang tidak diaktivasi.



ABSTRACT

Name : Rizkan Ramazana
Student ID Number : 190702095
Department : Environmental Engineering
Title : Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Kakao (*Theobroma Cacao* L.) Sebagai Media Filter Dalam Pengolahan Air Limbah Industri Tahu
Date of Session : July 1, 2024
Number of Pages : 53
Advisor I : Arief Rahman, M.T.
Advisor II : Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.
Keywords : Filtrasi, Air Limbah Tahu, dan Arang Aktif Kulit Kakao.

Activities in the tofu industry produce by-products, namely liquid waste containing organic compounds, causing high parameters of COD, BOD, and TSS, which exceed the quality standards set in the Minister of Environment Regulation No. 5 of 2014 regarding quality standards for the soybean industry, which has the potential to be a threat to waters. Therefore, treating tofu liquid waste is very important to reduce the amount of pollutants before being discharged into waters. The purpose of this study is to determine the ability of cocoa shell activated charcoal media filtration in degrading contaminants in tofu wastewater. The method used in this study is downflow filtration, in unit 1 has a gravel buffer thickness of 20 cm, sand media thickness is 30 cm and cocoa pod activated charcoal is not present in unit 1. Unit 2 consists of a gravel buffer of 20 cm, sand media of 30 cm, and charcoal without activation of 10 cm. Then in unit 3, the gravel buffer is 20 cm, the sand media is 30 cm, and the activated charcoal is 10 cm. After processing, the most optimal effectiveness percentage is found in filtration unit 3, where the unit is able to reduce COD from 1500 mg/L to 1008 mg/L with a removal effectiveness of 32.8%. The initial BOD concentration of 1126 mg/L was reduced to 42 mg/L with a removal effectiveness of 96.2%, while the initial TSS concentration of 640 mg/L was reduced to 297 mg/L with a removal effectiveness of 53.6% and at pH 6.7. The BOD and pH parameters have met the quality standards, while the COD and TSS parameters have not met the quality standards. This indicates the need for refinement and development of tofu wastewater treatment methods to ensure compliance with industry standards and minimize the environmental impact of tofu production. The use of cocoa activated charcoal did not give significant results compared to non-activated cocoa shell charcoal.

Although activated charcoal has a higher adsorption capacity, the difference in effectiveness is not very large, and the contaminants can be handled well by the non-activated charcoal.



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, Assalamua'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh. Syukur *alhamdulillah* penulis panjatkan atas kehadiran Allah Swt., karena atas berkah dan rahmat-Nya telah memberikan kemampuan dan petunjuk sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian ini. *Shalawat* beserta salam, selalu tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad saw. yang telah membawa umat manusia ke alam yang penuh dengan cahaya keilmuan.

Alhamdulillah berkat petunjuk dan pertolongan Allah Swt. penulis bisa menjalankan dan menyelesaikan penelitian yang berjudul “Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Kakao (*Theobroma Cacao L.*) Sebagai Media Filter Dalam Pengolahan Air Limbah Industri Tahu”. Penyusunan proposal penelitian ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar sarjana Teknik Lingkungan di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan proposal penelitian ini melalui proses yang sangat panjang, mulai dari awal duduk di bangku perkuliahan, hingga sudah memasuki tahap akhir dari perkuliahan. Penulis juga menyadari bahwa penulisan proposal penelitian ini dapat tercipta karena adanya dukungan serta banyak pihak yang telah turut membantu, membimbing, memberi saran dan juga motivasi. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya terutama kepada ayahanda dan ibunda tercinta, Abdul Halim Daud dan Yusania atas doa, bimbingan, motivasi, nasehat dan segala bentuk bantuan yang telah diberikan kepada penulis. Kemudian penulis juga mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya, kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Ir. Dirhamsyah, M.T., IPU. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Ibu Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc. selaku Ketua Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

3. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc. selaku Sekretaris Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
4. Bapak Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc. selaku dosen wali yang selalu setia memberi arahan dan masukan di setiap permasalahan kuliah yang penulis alami.
5. Bapak Arief Rahman, M.T. selaku dosen pembimbing yang sudah setia memberi arahan, motivasi, kritik dan saran sehingga proposal ini bisa diselesaikan sebaik mungkin.
6. Bapak dan ibu dosen beserta seluruh staf dan karyawan yang bertugas di Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-raniry.
7. Serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan seluruhnya.

Penulis menyadari bahwa proposal ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu kritik saran yang membangun sangat diharapkan dalam penyempurnaan proposal penelitian ini sehingga menjadi karya yang lebih baik. Semoga proposal penelitian ini bisa bermanfaat terutama bagi penulis sendiri dan juga bagi pembaca.

Wassalamua'alaikum Wr.Wb

Banda Aceh, 19 Februari 2024

Penulis,

A R - R A N I R Y

Rizkan Ramazana

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR... Error! Bookmark not defined.

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI Error! Bookmark not defined.

ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Air Limbah Tahu	6
2.1.1 Dampak pencemaran air limbah tahu terhadap lingkungan	6
2.1.2 Baku mutu air limbah tahu	7
2.2 Metode Filtrasi	7
2.2.1 Filtrasi <i>downflow</i>	8
2.2.2 Faktor yang mempengaruhi efisiensi penyaringan	9
2.2.3 Media filtrasi	9
2.3 Arang Aktif	11
2.4 Kulit Kakao (<i>Theobroma cacao L.</i>)	12
2.5 Parameter Kimia Pada Air Limbah Tahu	12
2.6.1 BOD (<i>Biochemical Oxygen Demand</i>)	12
2.6.2 COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	13
2.6.3 TSS (<i>Total Suspended Solid</i>)	13
2.6 Reviu Penelitian Terdahulu	13

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Waktu Dan Lokasi Penelitian	16
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	16
3.3 Alat Dan Bahan Penelitian	17
3.3.1 Alat-alat.....	17
3.3.2 Bahan.....	18
3.4 Pengambilan Sampel.....	18
3.4.1 Lokasi pengambilan sampel	18
3.4.2 Metode pengambilan sampel.....	20
3.5 Prosedur Penelitian.....	21
3.5.1 Tahapan pembuatan arang aktif kulit kakao	21
3.5.2 Tahapan aktivasi arang	22
3.6 Rancangan Eksperimen Filtrasi	24
3.7 Analisis Laboratorium Setelah filtrasi	26
3.8 Pengolahan Data.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Efektivitas Arang Aktif Kulit Buah Kakao	30
4.2 Pengaruh Variasi Media Arang Kulit Kakao Yang Melalui Proses Aktivasi Dan Tanpa Proses Aktivasi	33
2.1.1 Parameter COD	33
2.1.2 Parameter BOD	34
2.1.3 Parameter TSS.....	36
2.1.4 Parameter pH.....	37
BAB V PENUTUP	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

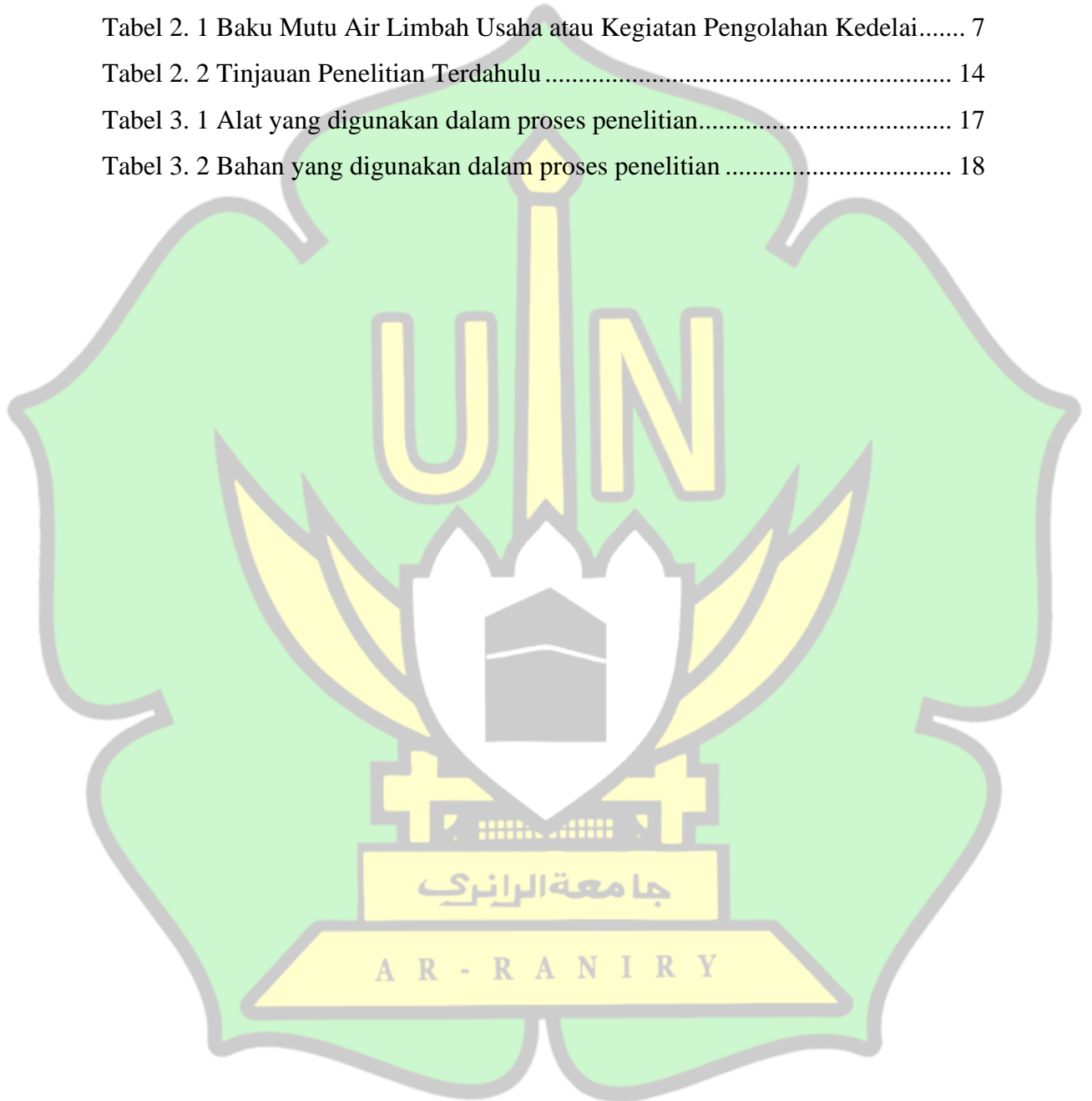
Gambar 1. 2 Limbah Kulit Kakao.....	4
Gambar 2.1 Gambar Pasir.....	10
Gambar 2. 2 Arang Aktif	11
Gambar 2. 3 (a). Gambar buah Kakao (b). Gambar kulit Kakao.....	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	16
Gambar 3. 2 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Air limbah Tahu.....	19
Gambar 3. 3 Lokasi Pengambilan Sampel Air limbah tahu.....	20
Gambar 3. 4 Pengambilan Sampel Air Limbah Tahu	20
Gambar 3. 5 Kulit Kakao Dijemur Selama 24 Jam.....	21
Gambar 3. 6 Proses Karbonisasi Manual Kulit Buah Kakao.....	21
Gambar 3. 7 Arang Hasil Karbonisasi Manual Kulit Buah Kakao	22
Gambar 3. 8 Proses penghalusan arang menggunakan mortar	22
Gambar 3. 9 Arang kulit Buah Kakao dilakukan aktivasi dengan HCl 4M.....	23
Gambar 3. 10 Proses Penetralan pH Arang Aktif	23
Gambar 3. 11 Arang Aktif kulit Buah Kakao	23
Gambar 3. 12 Desain Unit Filtrasi	25
Gambar 3. 13 Unit Filtrasi	25
Gambar 3. 14 Penyusunan Media Ke Dalam unit filter	26
Gambar 3. 15 Limbah Cair Tahu Setelah Melalui Pengolahan Filtrasi	26

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Hasil Uji Pendahuluan Air Limbah Industri tahu Bunga Indah.....	1
Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah Usaha atau Kegiatan Pengolahan Kedelai.....	7
Tabel 2. 2 Tinjauan Penelitian Terdahulu	14
Tabel 3. 1 Alat yang digunakan dalam proses penelitian.....	17
Tabel 3. 2 Bahan yang digunakan dalam proses penelitian	18



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air limbah yang berasal dari industri makanan adalah salah satu sumber pencemar air yang paling umum dan salah satunya adalah limbah yang berasal dari proses pembuatan tahu. Tahu adalah makanan yang diolah dari kacang kedelai dengan kandungan protein yang cukup tinggi dengan harga tergolong murah, jadi banyak industri besar dan rumah-rumah yang memproduksinya (Azhari, 2016). Pembuatan tahu memiliki produk sampingan yaitu limbah padat dan limbah cair. Menurut Mangiwa dkk. (2010) air limbah tahu merupakan air limbah yang dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan sedangkan limbah padat tahu merupakan limbah yang dihasilkan dari proses penyaringan dan proses penggumpalan ampas kacang kedelai. Air limbah tahu biasanya langsung dibuang ke sungai atau ke selokan tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu sehingga mengakibatkan pencemaran lingkungan. Satu ton air limbah tahu menghasilkan sekitar 3.000 hingga 5.000 liter air limbah yang bersifat bau dan keruh (Sjafruddin dkk., 2022).

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah mengatur mengenai kadar COD, BOD, *Total Suspended Solid* (TSS), dan pH pada air limbah tahu yang dapat dibuang ke lingkungan. Apabila parameter air limbah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan tersebut, maka air limbah harus melalui pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang langsung ke lingkungan seperti sungai maupun selokan. Industri tahu Bunga Indah (M. Nasir) merupakan salah satu industri yang berlokasi di Batoh, Kecamatan Lueng Bata, Kota Banda Aceh. Industri ini adalah salah satu industri yang membuang air limbah tahu ke lingkungan tanpa adanya proses pengolahan terlebih dahulu, yang mana produksi tahu berjalan setiap harinya sehingga air limbah tahu akan menyebabkan pencemaran pada lingkungan tersebut. Adapun hasil uji air limbah industri tahu Bunga Indah (M. Nasir) dapat dilihat pada Gambar Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Hasil Uji Pendahuluan Air Limbah Industri tahu Bunga Indah (M. Nasir)

No	Parameter	Hasil Uji	Permen LH Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah
1	BOD	1544 mg/L	150 mg/L
2	COD	4000 mg/L	300 mg/L
3	TSS	504 mg/L	200 mg/L
4	pH	5	6-9

Kandungan parameter pencemar yang berlebihan pada badan air dapat menyebabkan terbunuhnya organisme air dan dapat mengganggu keseimbangan ekosistem. Oleh karena itu perlu dilakukannya pengolahan terlebih dahulu agar air limbah tahu tersebut layak dibuang ke lingkungan tanpa menyebabkan kerusakan bagi lingkungan tersebut. Allah Swt. sudah sangat jelas melarang hambanya untuk berbuat kerusakan di muka bumi ini. Berdasarkan firman Allah Swt. dalam QS Al-A'raf/7: 56:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

Artinya : “Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah (diciptakan) dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat baik”.

Salah satu cara untuk memperoleh air limbah tahu yang bersih dan aman bagi lingkungan adalah dengan cara melakukan pengolahan terlebih dahulu. Salah satu metode pengolahan air limbah adalah menggunakan filtrasi bermedia arang aktif. Filtrasi merupakan suatu proses pengolahan air dengan cara melewatkan air melewati lapisan media yang disusun dari bahan-bahan butiran dengan diameter dan ketebalan tertentu (Febrina & Ayuna, 2015). Efektivitas filtrasi sangat dipengaruhi oleh jenis dan karakteristik media yang digunakan. Filtrasi memiliki tujuan untuk menyaring (*straining*) zat pencemar yang ada pada air limbah melalui penggunaan media filter berpori. Penggunaan metode filtrasi ini dapat menyisahkan warna, bau, rasa, logam berat, serta bakteri-bakteri patogen yang terkandung dalam air limbah (Puspawati, 2017). Filtrasi merupakan metode pengolahan air limbah yang mudah diterapkan karena sederhana, efektif dan ekonomis (Utomo dkk., 2018). Media pasir merupakan media yang umum digunakan dalam filtrasi, akan

tetapi ada juga yang mengkombinasikan dengan arang aktif untuk memperoleh hasil yang lebih maksimal.

Dalam proses penjernihan air salah satu adsorben yang dapat digunakan adalah arang aktif. Arang aktif digunakan karena memiliki luas permukaan besar sehingga daya adsorpsinya lebih tinggi. Dalam pengolahan sumber air, arang aktif dapat menghilangkan warna, bau dan polutan sehingga meningkatkan kualitas air menjadi sumber air yang layak (Lubis dkk., 2020). Arang aktif dapat dibuat dari bahan alam yang mengandung lignoselulosa. Arang aktif memiliki luas permukaan internal yang pada umumnya lebih besar dari 500 m²/gram dapat juga mencapai hingga 1.908 m²/gram (Hasanah, 2019).

Di Indonesia kakao merupakan salah satu komoditas unggulan perkebunan, serta mempunyai jumlah produksi yang sangat besar. Kakao memiliki produk sampingan yaitu kulit kakao yang sampai saat ini belum dimanfaatkan secara maksimal (Gambar 1.1). Produksi buah kakao mengalami peningkatan setiap tahunnya yang mengakibatkan semakin meningkat juga jumlah limbah kulit buah kakao yang tidak dimanfaatkan dan terbuang sia-sia. Diketahui bahwa satu ton biji buah kakao kering dapat menghasilkan sepuluh ton kulit buah kakao basah (Erika, 2013). Kulit buah kakao sangat cocok dimanfaatkan untuk pembuatan arang aktif karena memiliki serat kasar yang tinggi, kadar abu yang rendah, serta sebagian besar terdiri dari selulosa dan lignin (Adam, 2009). Menurut Wijaya, (2014), kulit kakao berpotensi untuk dijadikan arang aktif karena mengandung bahan-bahan penyusun yang cukup tinggi yaitu lignin 60,67%, selulosa (holoselulosa) 36,47% dan hemiselulosa 18,90%. Oleh karena itu penggunaan kulit kakao sebagai arang aktif juga dapat mengurangi timbulan sampah serta menjadikan limbah kulit kakao tersebut memiliki nilai ekonomis.



Gambar 1. 1 Limbah Kulit Kakao

Diharapkan penelitian ini menjadi referensi untuk pembuatan arang aktif kulit kakao, sehingga nantinya limbah kulit kakao menjadi berkurang karena dapat dimanfaatkan menjadi arang aktif dan meningkatkan nilai ekonomis dari kulit kakao.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang akan diteliti adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana efektivitas arang aktif kulit kakao dalam menyisihkan parameter COD, BOD, TSS dan pH pada air limbah tahu?
2. Bagaimana kemampuan arang aktif kulit kakao yang melalui proses aktivasi dan tanpa proses aktivasi sebagai media filter dalam menyisihkan parameter COD, BOD, TSS dan pH pada air limbah tahu?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui efektivitas arang aktif kulit kakao dalam menyisihkan parameter COD, BOD, TSS dan pH pada air limbah tahu.
2. Untuk mengetahui kemampuan arang aktif kulit kakao yang melalui proses aktivasi dan tanpa proses aktivasi sebagai media filter dalam menyisihkan parameter COD, BOD, TSS dan pH pada air limbah tahu.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang bisa diambil dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagi pengelola industri tahu

Untuk memberikan informasi kepada pengelola industri tahu bahwa filtrasi bermedia arang aktif kulit kakao merupakan cara sederhana yang dapat digunakan untuk mengolah air limbah tahu.

2. Bagi peneliti

Untuk menambah pengetahuan dan wawasan peneliti tentang proses pengolahan air limbah tahu sederhana dengan menggunakan filtrasi bermedia arang aktif kulit kakao.

3. Bagi pemerintah

Penelitian ini dapat memberikan referensi terkait filtrasi bermedia arang aktif kulit kakao dalam pengolahan air limbah tahu. Sehingga dapat diimplementasikan pada level kebijakan publik.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kulit kakao yang digunakan tidak memiliki kriteria atau ukuran tertentu, hanya saja menggunakan kulit kakao yang sudah matang dan bersih.
2. Proses karbonisasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu proses karbonisasi secara manual (tradisional).



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah Tahu

Tahu adalah salah satu jenis makanan yang terbuat dari kacang kedelai. Tahu menjadi salah satu produk dari kacang kedelai yang sangat disukai oleh masyarakat Indonesia. Dengan meningkatnya permintaan untuk tahu, produksi tahu meningkat. Akibatnya, banyak industri rumahan yang mengolah tahu muncul. Ada beberapa tahap pembuatan tahu yaitu pencucian kedelai, perebusan, pengepresan dan pencetakan, yang mana dari proses-proses nantinya akan menghasilkan limbah. Limbah tahu terdiri dari dua jenis yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat terdiri dari kulit kacang kedelai, kotoran dari perendaman kacang kedelai, dan ampas tahu yang dihasilkan dari penyaringan bubur kedelai. Ampas yang dihasilkan mengandung 82,69% air, 2,42% protein, 0,55% abu, 0,62% lemak, dan 13,71% karbohidrat (Saputra dkk., 2018). Tidak jarang ampas ini dijadikan makanan untuk ternak.

2.1.1 Dampak pencemaran air limbah tahu terhadap lingkungan

Air limbah tahu diketahui mengandung bahan organik yang sangat tinggi, di antaranya yaitu mengandung 40%–60% protein, 25–50% karbohidrat, dan 10% lemak. Jika air limbah tahu dibuang tanpa melalui pengolahan sedangkan tahu diproduksi setiap hari, maka peningkatan bahan-bahan organik akan terjadi setiap harinya. Senyawa organik air limbah tahu memiliki kandungan BOD, COD, dan TSS yang tinggi. Apabila tidak diproses dan diolah sebelum pembuangan ke lingkungan, tentunya itu akan menyebabkan pencemaran. Kadar COD dalam air limbah adalah antara 7000 dan 12.000 mg/l, dan BOD adalah antara 5000 dan 10.000 mg/l. (Dahruji dkk., 2017). Selain itu, air limbah tahu juga memiliki kandungan N sebanyak 43,37 mg/l, kandungan P sebanyak 114,36 mg/l dan kandungan K sebanyak 223 mg/l (Kusumawati dkk., 2015).

Air limbah yang dihasilkan dari pembuatan tahu jika dibuang tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu dapat mencemari lingkungan, merusak estetika dan membahayakan masyarakat yang berada di sekitar industri tahu tersebut. Kandungan bahan-bahan organik pada air limbah tahu akan mengalami pembusukan yang kemudian menimbulkan efek bau dari amonia dan hidrogen sulfida, sehingga dapat mengganggu kesehatan masyarakat sekitar, terutama organ pernapasan (Samsudin dkk., 2018).

2.1.2 Baku mutu air limbah tahu

Baku mutu air limbah tahu diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi usaha atau kegiatan pengolahan kedelai, baku mutu air limbah tahu dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah Usaha atau Kegiatan Pengolahan Kedelai

Parameter	Baku Mutu (mg/L)
BOD	150
COD	300
TSS	200
pH	6-9

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah

2.2 Metode Filtrasi

Dalam proses pengolahan air limbah, metode filtrasi merupakan salah satu metode yang sering digunakan. Filtrasi adalah suatu proses pemisahan bahan pengotor air dengan melewati air melalui media berpori atau bahan yang dapat mereduksi butiran-butiran halus zat yang tersuspensi. Tujuan proses filtrasi adalah untuk menghilangkan zat pencemar seperti koloid dan material tersuspensi dengan penyaringan menggunakan media filter. Keunggulan menggunakan filtrasi yaitu mampu menghilangkan bakteri patogen dan dapat menyisihkan bau, rasa, dan warna. Dalam proses penyisihan menggunakan filtrasi terdapat perbedaan tekanan

antara tekanan di dalam dan tekanan di luar, dan perbedaan tekanan inilah yang memaksa/mendorong zat pencemar melewati media filter, sehingga membuat padatnya tertahan pada media filter (Kusnadi, 2014)

Prinsip kerja dari filtrasi adalah dengan menyaring partikel, patogen, atau zat pencemar yang memiliki ukuran lebih besar dari pori-pori media filter (Auzar, 2016). Dalam kondisi kerja normal, biasanya air akan masuk dari atas unit filter, menembus/melewati media filter, dan kemudian keluar untuk proses selanjutnya. Jika unit filter digunakan terus-menerus, maka akan menyebabkan media filter kotor dikarenakan partikel polutan yang diserap oleh media filter. Sehingga dibutuhkan media filter yang memiliki kemampuan dan daya serap polutan yang baik. Ciri-ciri media filter yang baik untuk digunakan dalam proses filtrasi yaitu media yang memiliki luas permukaan yang besar, murah, dan awet (Puspawati, 2017). Filtrasi menjadi suatu metode yang efektif dalam menyisihkan zat-zat organik yang ada pada air limbah. Filtrasi merupakan salah satu metode yang mudah diterapkan karena sederhana, efektif, efisien dan biaya operasional yang murah (Kusnaedi, 2010).

2.2.1 Filtrasi *downflow*

Ada tiga sistem teknologi filtrasi yang sudah banyak dikenal yaitu arah aliran dari atas ke bawah (*downflow*), aliran dari bawah ke atas (*upflow*) dan aliran horizontal (*horizontal flow*) yang masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan (Masduki dan Slamet, 2002). Kelebihan dari filtrasi *upflow* yaitu tidak mudah tersumbat karena partikel berat akan mengendap di bagian bawah sebelum masuk ke dalam media filter, namun kekurangannya yaitu kapasitasnya yang terbatas sehingga memerlukan media filter yang lebih tebal untuk mengatasi kekeruhan tinggi dan juga memerlukan *pre-treatment* untuk mengurangi beban partikel sebelum masuk ke filter. Dan untuk *horizontal flow* memiliki kelebihan yaitu kapasitas besar sehingga cocok untuk aplikasi dengan debit tinggi, namun memiliki kekurangan pemeliharannya yang sulit (Adriati, 2021).

Sistem filtrasi *downflow* merupakan sistem saringan di mana air limbah didistribusikan ke dalam alat penyaringan dengan arah aliran air dari atas ke bawah.

Dengan metode ini setidaknya dapat mengurangi kadar baku mutu air seperti Ph, BOD, COD, TSS, minyak dan lemak, amoniak, dan total coliform (Artiyani & Firmansyah, 2016). Unit filtrasi *downflow* ini merupakan pengolahan yang mudah diterapkan, dimana kapasitas pengolahan dapat dirancang dengan berbagai macam ukuran sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan. Biasanya saringan ini hanya terdiri dari sebuah bak untuk menampung air dan media penyaring pasir. Bak ini dilengkapi dengan sistem saluran bawah, *inlet*, *outlet* dan peralatan kontrol. Pada umumnya sistem ini menggunakan biaya yang rendah dan pengoperasian serta pemeliharanya dapat dilakukan dengan mudah (Sulianto dkk., 2020).

2.2.2 Faktor yang mempengaruhi efisiensi penyaringan

Ada 4 (empat) faktor yang mempengaruhi efisiensi penyaringan, yaitu (Widyastuti & Sari, 2011):

1. Kualitas air baku, semakin baik kualitas air baku yang diolah maka akan baik pula hasil penyaringan yang diperoleh.
2. Suhu, Suhu yang baik yaitu antara 20-30°C, temperatur akan mempengaruhi kecepatan reaksi-reaksi kimia.
3. Kecepatan Penyaringan, Pemisahan bahan-bahan tersuspensi dengan penyaringan tidak dipengaruhi oleh kecepatan penyaringan. Berbagai hasil penelitian menyatakan bahwa kecepatan penyaringan tidak mempengaruhi terhadap kualitas *effluent*. Kecepatan penyaringan lebih banyak terhadap masa operasi saringan.
4. Diameter butiran, secara umum kualitas *effluent* yang dihasilkan akan lebih baik apabila lapisan media terdiri dari butiran-butiran halus. Jika diameter butiran yang digunakan kecil maka yang terbentuk juga kecil. Hal ini akan meningkatkan efisiensi penyaringan.

2.2.3 Media filtrasi

2.2.3.1 Media pasir

Definisi dan pengertian pasir adalah kumpulan bahan material yang berbentuk butiran halus yang berukuran antara 0,0625 mm sampai 2 mm. Materi

pembentuk pasir adalah silikon dioksida. Hanya beberapa tanaman yang dapat tumbuh di atas pasir, karena pasir memiliki rongga-rongga yang cukup besar. Pasir memiliki warna sesuai dengan asal pembentukannya (Izak dan Wijaya, 2020). Pasir sungai adalah material alami yang mengendap di dasar sungai dari material erosi di permukaan tanah yang terbawa oleh aliran sungai. Gradasi butiran pasir dari aliran sungai yang berbeda sehingga gradasi juga bervariasi. Variasi ukuran butiran yang mengendap di dasar sungai daerah hulu sungai lebih kasar dibanding dengan daerah hilir (Surat & Yasruddin, 2015).



Gambar 2.1 Gambar Pasir

2.2.3.2 Media arang aktif

Arang aktif adalah sebuah karbon yang sudah melalui proses penguapan dan panas hingga pada titik tertentu, sehingga memiliki kemampuan yang kuat untuk menyerap berbagai jenis bahan dan polutan pencemar. Arang aktif memiliki nama lain yaitu karbon aktif. Luas permukaan arang aktif sangat besar, biasanya berkisar 300 hingga 2500 m²/g dan pada suhu kurang lebih 35°C arang aktif mampu menyerap berbagai jenis pelarut organik yang berada pada air. Arang aktif juga memiliki banyak fungsi diantaranya berfungsi untuk menghilangkan warna, rasa, dan bau serta bahan organik dan anorganik dari air limbah (Andrie dkk., 2016).



Gambar 2. 2 Arang Aktif

2.3 Arang Aktif

Arang aktif merupakan bahan yang mengandung karbon dan merupakan padatan berpori. Bahan ini merupakan hasil pemanasan bahan mengandung karbon pada suhu tinggi tetapi tidak teroksidasi. Arang aktif memiliki kemampuan sebagai zat penyerap atau adsorben dengan adanya pori dan luas permukaan sebagai tempat menangkap partikel. Arang aktif yang baik haruslah memiliki luas area permukaan yang besar sehingga daya adsorpsinya juga akan besar. Arang aktif dibuat dari berbagai bahan mengandung karbon dengan proses pirolisa. Proses pirolisa dilakukan pada temperatur 400°C dengan aktivator asam sulfat (Gultom & Lubis, 2014). Arang aktif memiliki kandungan karbon sebesar 85-90%, supaya menjadi arang aktif karbon melalui pemanasan bersuhu tinggi. Komponennya penyusunnya yaitu abu, karbon terikat, sulfur, air dan nitrogen (Khuluk, 2016).

Arang aktif yang sudah dipergunakan kemudian akan dilakukan proses aktivasi kembali supaya mendapatkan hasil yang lebih baik lagi. Aktivasi merupakan suatu proses perubahan dalam bentuk fisika dimana luas permukaan karbon akan lebih besar karena hidrokarbon yang menyumbat pori-pori sudah dibebaskan. Oleh karena itu, proses aktivasi sangat penting untuk dilakukan, untuk mengubah arang/karbon menjadi arang aktif yang memiliki porositas dan luas permukaan lebih besar (Setiawati & Suroro, 2010). Salah satu bahan arang aktif alami yang dapat dimanfaatkan adalah kulit kakao. Menurut (Wijaya, 2014), Kulit kakao berpotensi untuk dijadikan arang aktif karena mengandung bahan-bahan penyusun yang cukup tinggi yaitu lignin 60,67%, selulosa (holoselulosa) 36,47% dan hemiselulosa 18,90%.

2.4 Kulit Kakao (*Theobroma cacao L.*)

Kulit buah kakao merupakan limbah pertanian yang belum dimanfaatkan secara maksimal dan dapat dijadikan sebagai arang aktif yang sangat berpotensi bagi dunia industri. Komposisi kimia kulit buah kakao berdasarkan berat kering adalah kadar abu 10,65%, protein 6,4%, lemak 1,5% dan serat kasar 27,6%. Kulit buah kakao dengan serat kasar yang tinggi dan kadar abu yang rendah serta sebagian besar terdiri dari selulosa dan lignin sangat cocok untuk pemanfaatan arang aktif (Febrina & Ayuna, 2015). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan (Misran, 2009) bahwa kulit kakao mengandung selulosa sekitar 23-54%. Kulit buah kakao juga memiliki kandungan lignin sebesar 60,67%, holoselulosa 36,47% dan hemiselulosa 18,90% (Wijaya, 2014). komposisi tersebut menunjukkan bahwa kulit kakao dapat diolah menjadi arang yang mengandung banyak senyawa karbon.



Gambar 2. 3 (a). Gambar buah Kakao (b). Gambar kulit Kakao

2.5 Parameter Kimia Pada Air Limbah Tahu

2.6.1 BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD atau sering disebut *Biochemical Oxygen Demand* merupakan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Santoso, 2018). Nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, melainkan hanya mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mendekomposisi bahan organik tersebut (Wulandari, 2018).

2.6.2 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD atau sering disebut Kebutuhan Oksigen Kimia (KOK) adalah jumlah total oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang mudah terurai maupun yang tidak mudah terurai. Oksigen yang dikonsumsi setara dengan jumlah dikromat yang diperlukan untuk mengoksidasi air sampel. Secara umum COD lebih tinggi daripada BOD, hal ini dikarenakan lebih banyak bahan-bahan yang terkandung pada air limbah dapat dioksidasi secara kimiawi dibandingkan secara biologis (B & Mallongi, 2018).

2.6.3 TSS (*Total Suspended Solid*)

Material padatan tersuspensi atau *Total Suspended Solid* (TSS) merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi heterogen, yang berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik di suatu perairan (Jiyah dkk., 2016). TSS yang tinggi pun dapat menimbulkan dampak lain seperti disebutkan oleh (Helfinalis dkk., 2012) bahwa nilai konsentrasi padatan tersuspensi total yang tinggi dapat menurunkan aktivitas fotosintesa tumbuhan air baik yang mikro maupun makro sehingga oksigen yang dilepaskan tumbuhan menjadi berkurang dan mengakibatkan ikan-ikan menjadi mati.

2.6.4 pH (*Power of Hydrogen*)

pH adalah jumlah konsentrasi ion Hidrogen (H^+) pada larutan yang menyatakan tingkat keasaman dan kebasaan yang dimiliki. pH merupakan besaran fisis dan diukur pada skala 0 sampai 14 (Astria dkk., 2014). Bila $pH < 7$ larutan bersifat asam, $pH > 7$ larutan bersifat basa dan $pH = 7$ larutan bersifat netral (Ihsanto & Hidayat, 2014). Pengukuran pH biasanya dilakukan dengan menggunakan pH meter.

2.6 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai pemanfaatan kulit kakao sebagai arang aktif sudah pernah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu dengan hasil yang dapat dikatakan sangat baik, akan tetapi kebanyakan dari penelitian-penelitian tersebut berfokus pada sampel logam berat dan belum ada yang melakukannya pada limbah dari

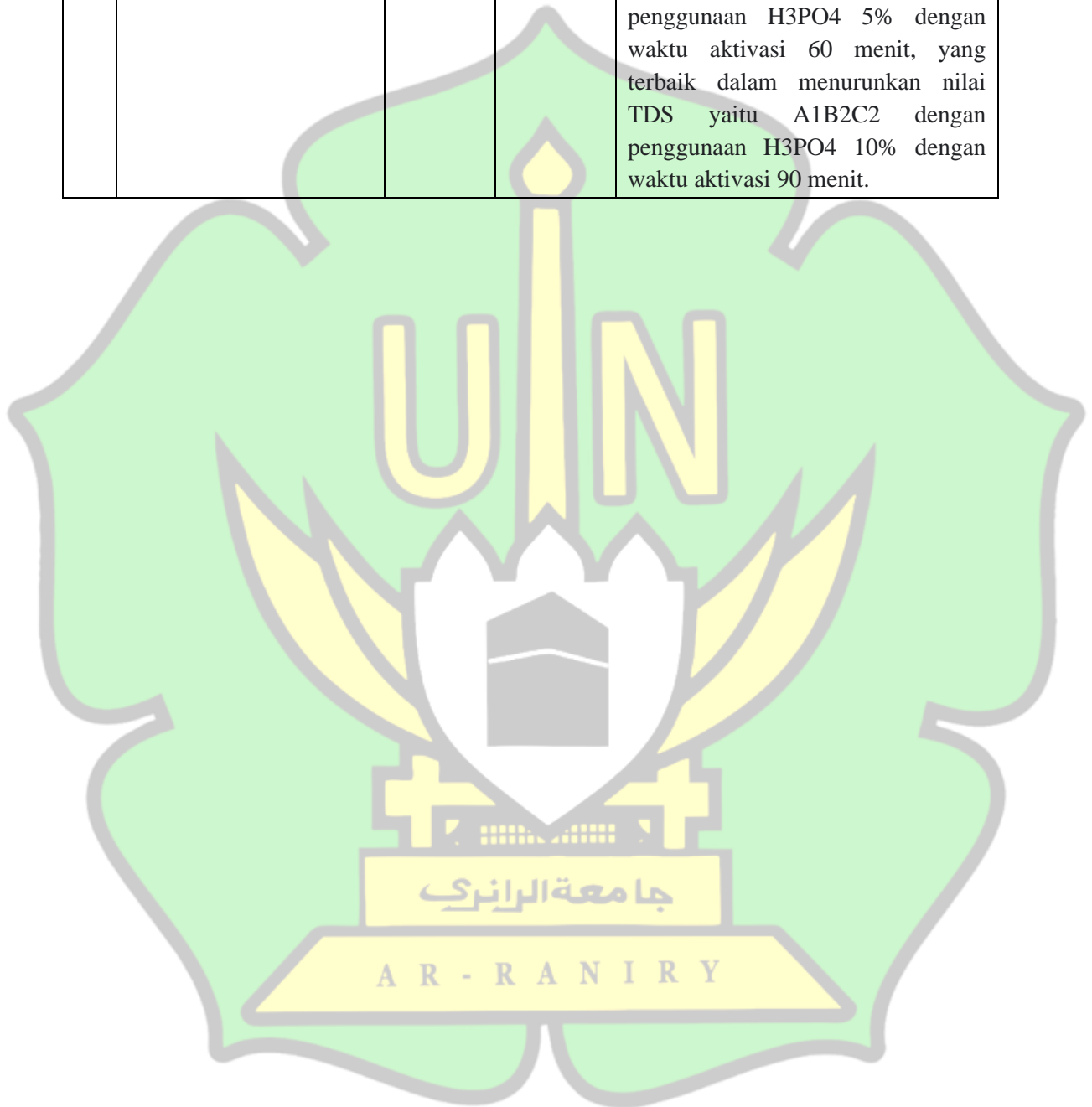
industri tahu, sehingga penelitian ini mencoba untuk mencari tahu kemampuan arang aktif kakao dalam menyisihkan parameter pencemar pada air limbah tahu.

Tinjauan penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Tinjauan Penelitian Terdahulu pemanfaatan kulit Kakao sebagai arang aktif

No	Penulis, Tahun, Dan Judul Artikel	Sampel	Aktivator	Hasil Penelitian (Efektivitas/%)
1	(Ferawanda, 2021). Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Kakao (<i>Theobroma cacao L.</i>) Sebagai penyerap Logam Timbal Dalam Oli Bekas.	Oli bekas	Larutan HCl 4M	Berdasarkan variasi waktu (menit ke-40) 98,37%. Berdasarkan variasi berat adsorben sebesar 98,40%.
2	Sianipar dkk., 2016). Adsorpsi Fe(II) Dengan Arang Kulit Buah Kakao (<i>Theobroma cacao L.</i>) Teraktivasi Asam klorida.	Larutan Fe (II) sintesis	Larutan HCl 4M	Adsorpsi maksimum arang aktif terjadi pada waktu 60 menit dengan efisiensi adsorpsinya sebesar 85,320%.
3	(Radiyahwati dkk., 2019). Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Kulit Buah Kakao (<i>Theobroma Cacao L.</i>) terhadap Kromium (Cr) Total	Larutan Cr sintesis	ZnCl ₂ 10%	Adsorpsi optimum arang aktif terjadi pada waktu 40 menit dengan Kapasitas adsorpsi arang aktif kulit buah kakao terhadap Cr total adalah 0,0129 mg/g.
4	(Masitoh & Sianita, 2013). Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Buah Coklat (<i>Theobroma Cacao L.</i>) Sebagai Adsorben Logam Berat Cd (Ii) Dalam Pelarut Air	Larutan Cd (II) sintesis	ZnCl ₂ 9%	Pada proses adsorpsi arang aktif kulit buah coklat terhadap larutan Cd(II) awal 25,233 ppm (mg/L) menghasilkan kapasitas adsorpsi 94,075% dengan 5 massa adsorben maksimum 6 gram dan waktu kontak optimum 60 menit.
5	(Juwita dkk., 2018). Efektifitas Penggunaan Arang Limbah Kulit Kakao (<i>Theobroma cacao L.</i>) untuk Menurunkan	Air Sumur	larutan H ₃ PO ₄ dan KOH	Yang terbaik dalam menurunkan nilai kesadahan total dan nilai pH yaitu A1B2C2 dengan penggunaan H3PO4 dengan konsentrasi 10% dengan lama aktivasi 90 menit, yang terbaik dalam menurunkan nilai

	Kesadahan, Salinitas dan Senyawa Organik Air		salinitas yaitu A2B1C2 dengan penggunaan KOH 5% dengan waktu aktivasi 90 menit, yang terbaik dalam menurunkan nilai BOD dan TSS, yaitu A1B1C1 dengan penggunaan H3PO4 5% dengan waktu aktivasi 60 menit, yang terbaik dalam menurunkan nilai TDS yaitu A1B2C2 dengan penggunaan H3PO4 10% dengan waktu aktivasi 90 menit.
--	--	--	---



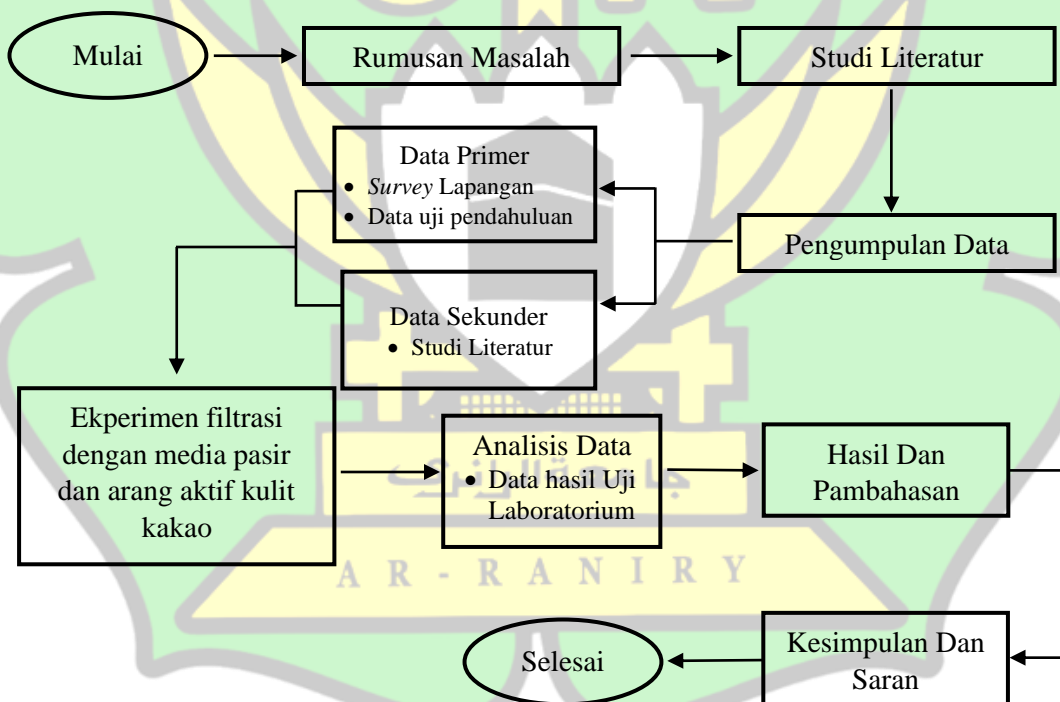
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini mulai berlangsung dari Bulan Maret 2023 sampai Bulan Maret 2024. Pengukuran kandungan parameter sampel dilakukan di Laboratorium Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry yang beralamat pada Jalan Lingkar Kampus UIN Ar-Raniry, Rukoh, Darussalam, Banda Aceh (COD, TSS, pH), dan di Laboratorium Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Syiah Kuala Banda Aceh (BOD).

3.2 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.3 Alat Dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat-alat

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Alat yang digunakan dalam proses penelitian

Alat	Peruntukkan
Pipa PVC 4 inch	Sebagai bangunan unit filter
Pipa PVC ½ inch	Sebagai saluran buangan unit filter
Dop PVC 4 inch	Sebagai penutup unit filter
Gergaji	Untuk memotong benda
Meteran	Untuk mengukur panjang pipa
<i>Cutter</i>	Sebagai pemotong benda
Bor	Sebagai alat melubangi pipa
Lem tembak	Sebagai alat perekat unit filter
Jerigen 20 liter	Tempat sampel air limbah
<i>Beaker glass</i>	Sebagai wadah sampel uji untuk campuran sampel limbah dengan arang aktif dan proses perendaman
Kaleng Cat	Sebagai tempat untuk karbonisasi manual
Corong	Sebagai alat bantu dalam memasukkan larutan kedalam kedalam wadah yang lebih kecil dan tempat meletakkan kertas saring pada proses penyaring
Pipet tetes	Alat Untuk mengambil larutan dalam jumlah kecil
<i>Hot Plate</i>	Sebagai wadah menghomogenkan dan mencampurkan larutan dengan medan magnetik
Kertas Saring	Untuk penyaringan pada proses penetralan arang
Neraca Analitik	Sebagai alat untuk menghitung berat bahan yang digunakan agar sesuai takaran
Mortar	Sebagai tempat untuk menghaluskan arang kulit kakao
Ayakan 40 mesh	Sebagai saringan pemisah pada proses penyaringan partikel yang berukuran besar menjadi partikel yang berukuran kecil

3.3.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat dalam Tabel 3.2.

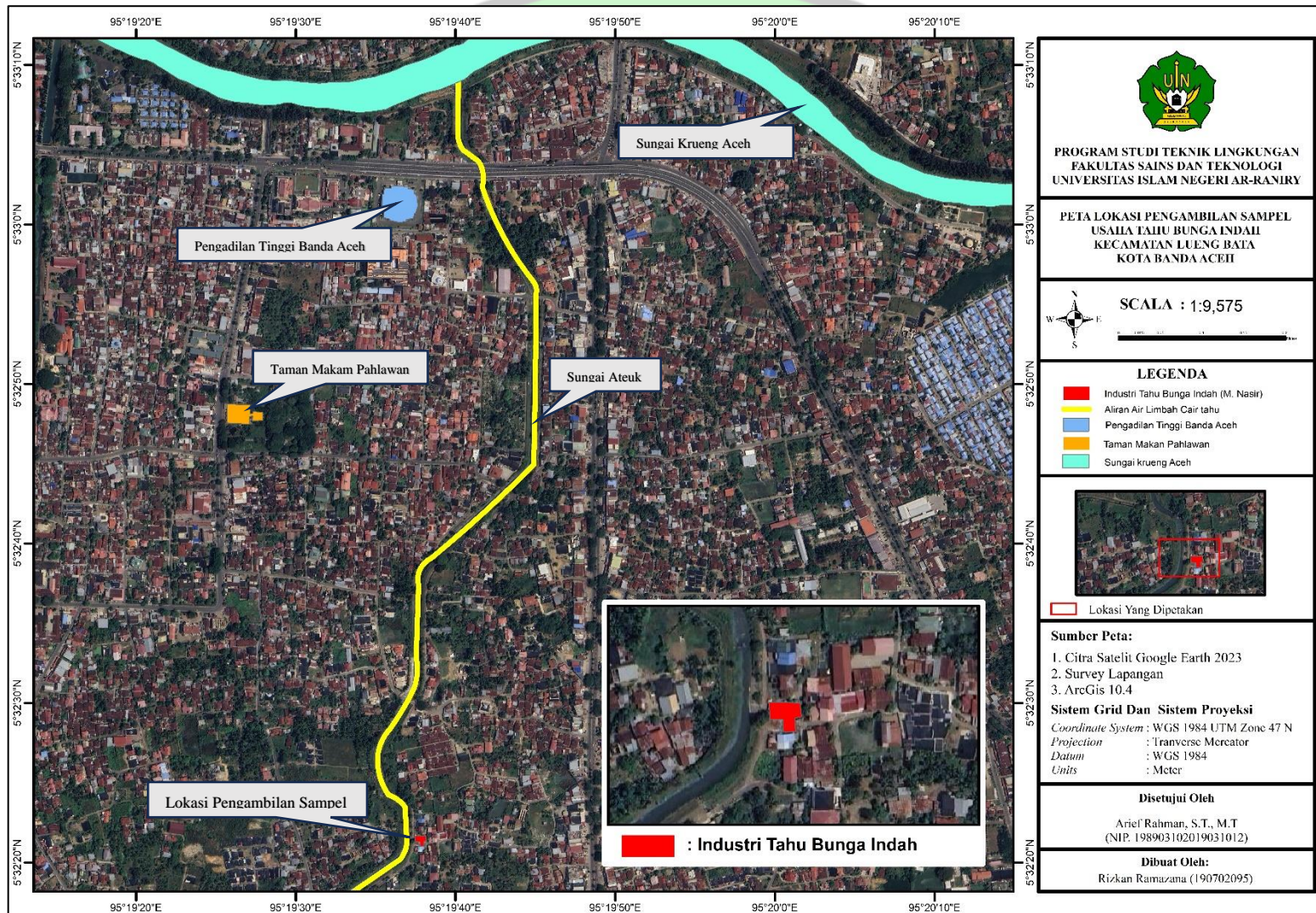
Tabel 3. 2 Bahan yang digunakan dalam proses penelitian

Bahan	Volume	Satuan	Peruntukan
Air limbah tahu	20	Liter	Sampel limbah uji
Kulit Kakao	5	Kilogram	Bahan adsorben arang aktif
Kerikil	2	Kilogram	Sebagai media penyangga
Pasir kali	2	Kilogram	Media filter
Lem Pipa PVC	1	Buah	Perekat pipa PVC yang akan dijadikan reactor
HCl 4M	160	ml	Aktivator
Asam sulfat (H ₂ SO ₄)	20	ml	Reagen COD
Kalium Dikromat (K ₂ Cr ₂ O ₇)	20	ml.	Reagen COD
Aquades	5	Liter	Pelarut

3.4 Pengambilan Sampel

3.4.1 Lokasi pengambilan sampel

Sampel air limbah tahu diperoleh dari industri tahu Bunga Indah (M. Nasir) yang berlokasi di Batoh, Kecamatan Lueng Bata, Kota Banda Aceh. Pemilihan lokasi untuk pengambilan sampel air limbah tahu ini dikarenakan setelah melalui observasi lapangan diketahui bahwa pembuangan air limbah tahu pada industri tersebut belum memiliki pengolahan lebih lanjut, air limbah yang dihasilkan langsung dibuang ke badan air terdekat. (Gambar 3.3). Adapun peta lokasi dan tempat pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Air limbah Tahu



Gambar 3. 3 Lokasi Pengambilan Sampel Air limbah tahu

3.4.2 Metode pengambilan sampel

Pengambilan sampel dalam penelitian ini yaitu menggunakan teknik pengambilan sesaat (*Grab Sampling*) yang disesuaikan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.59:2008, adapun langkah pengambilan sampel berdasarkan SNI tersebut adalah sebagai berikut:

1. Sampel air limbah diambil langsung dari pabrik tahu pada waktu pagi hari, hal ini dikarenakan proses pembuatan tahu dimulai pada pagi hari.
2. Sampel air limbah diambil menggunakan gayung bertangkai panjang dan kemudian dimasukkan ke dalam jerigen dengan ukuran 10 liter sebanyak 3 jerigen, disesuaikan dengan SNI 6989.59:2008.



Gambar 3. 4 Pengambilan Sampel Air Limbah Tahu

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Tahapan pembuatan arang aktif kulit kakao

Pembuatan arang aktif dilakukan dengan mencuci terlebih dahulu kulit kakao hingga bersih untuk menghilangkan kotoran. Kemudian setelah itu melalui proses pengeringan menggunakan bantuan sinar matahari selama 24 jam yang berguna untuk mengurangi kadar air pada kulit kakao (Gambar 3.5). Kemudian kulit kakao yang sudah kering akan dikarbonisasi secara manual hingga menjadi arang, proses karbonisasi dapat dilihat pada Gambar 3.6. dan hasil karbonisasi dapat dilihat pada Gambar 3.7. Kemudian setelah menjadi arang, kulit kakao dihaluskan menggunakan mortar (Gambar 3.8). Selanjutnya bubuk arang diayak menggunakan ayakan saringan berukuran 40 mesh (Santoso, 2018).



Gambar 3. 5 Kulit Kakao Dijemur Selama 24 Jam



Gambar 3. 6 Proses Karbonisasi Manual Kulit Buah Kakao



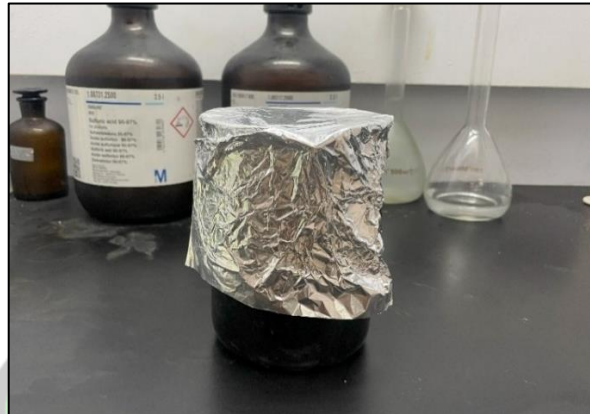
Gambar 3. 7 Arang Hasil Karbonisasi Manual Kulit Buah Kakao



Gambar 3. 8 Proses Penghalusan Arang Menggunakan Mortar

3.5.2 Tahapan aktivasi arang

Arang yang telah dihaluskan menggunakan mortar 40 mesh kemudian melalui proses aktivasi secara kimia dengan direndam di dalam larutan HCl 4M selama 24 jam (Gambar 3.9), kemudian disaring dan dicuci menggunakan larutan aquades hingga diperoleh pH netral 7 (Rahayu & Adhitiyawarman, 2014), proses penetralan pH dapat dilihat pada Gambar 3.10. Selanjutnya arang aktif dijemur di bawah sinar matahari hingga kering. Proses aktivasi pada arang aktif bertujuan untuk memperbesar pori-pori dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Deri, 2020).



Gambar 3. 9 Arang kulit Buah Kakao dilakukan aktivasi dengan HCl 4M



Gambar 3. 10 Proses Penetralkan pH Arang Aktif

Setelah 24 jam direndam menggunakan larutan HCL 4M, arang aktif dibilas menggunakan aquades untuk menetralkan pH. Kemudian arang aktif dijemur hingga kering, hasil arang aktif setelah dijemur dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3. 11 Arang Aktif kulit Buah Kakao

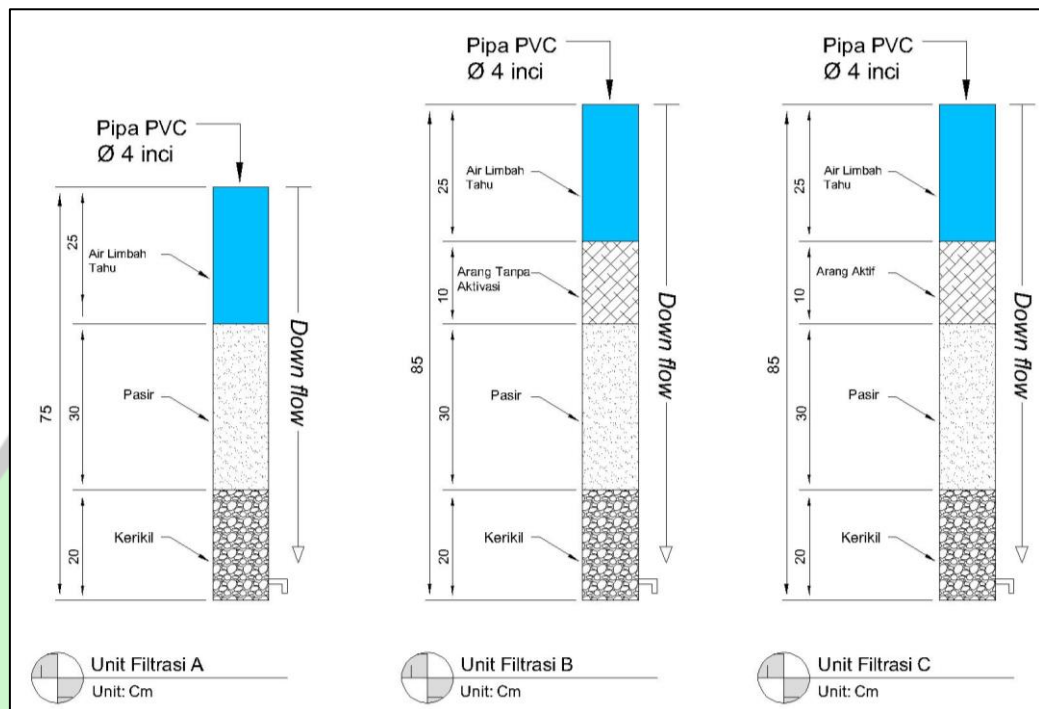
3.6 Rancangan Eksperimen Filtrasi

Pada eksperimen filtrasi ini terdiri dari 2 jenis variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas meliputi jenis dan ketebalan media, sedangkan variabel terikat yaitu parameter COD, BOD, TSS dan pH. Pada eksperimen ini menggunakan sistem filtrasi dual media, yaitu hanya menggunakan variasi media pasir kali dan arang aktif saja. Untuk mengetahui kemampuan media filtrasi arang aktif kulit kakao dalam pengolahan air limbah tahu, maka diperlukan prosedur sebagai berikut:

1. Dipersiapkan alat dan bahan media filtrasi
2. Unit filtrasi dibuat dengan pipa PVC berdiameter 4 inci. Unit filter A memiliki tinggi 75 cm, unit filter B memiliki tinggi 85 cm, dan unit filter C memiliki tinggi 85 cm.
3. Media unit filter disusun secara vertikal.
4. Lapisan media unit filter A disusun dengan ketebalan kerikil 20 cm dan pasir kali 30 cm.
5. Lapisan media unit filter B disusun dengan ketebalan kerikil 20 cm, pasir kali 30 cm, dan arang aktif kulit kakao 10 cm.
6. Lapisan media unit filter C disusun dengan ketebalan kerikil 20 cm, pasir kali 30 cm, dan arang kulit kakao tanpa aktivasi 10 cm.
7. Air limbah tahu dialirkan kedalam unit filter sebanyak 4 liter.

Dalam Gambar 3.12 terdapat 3 (tiga) unit reaktor filtrasi, yang mana Unit A hanya terdiri dari media pasir kali saja, sedangkan unit B terdiri dari arang tanpa aktivasi dan pasir kali dan unit C terdiri arang aktif dan pasir kali, perbedaan dalam penyusunan media ini bertujuan untuk melihat hasil akhir dari filtrasi limbah ini, apakah dengan menggunakan arang aktif dapat memberi pengaruh besar dalam menyisihkan parameter pencemar yang terkandung dalam sampel atau tidak sama sekali. Sedangkan perbedaan arang yang melalui proses aktivasi dan tanpa proses aktivasi pada unit B dan C adalah untuk melihat bagaimana pengaruh arang tersebut dalam menyisihkan parameter pencemar pada sampel, apakah arang yang sudah melalui proses aktivasi dengan arang tanpa proses aktivasi memiliki perbedaan

yang signifikan dalam proses penyisihan parameter pencemar pada sampel. Adapun unit filter yang sudah dirancang dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3. 12 Desain Unit Filtrasi



Gambar 3. 13 Unit Filtrasi

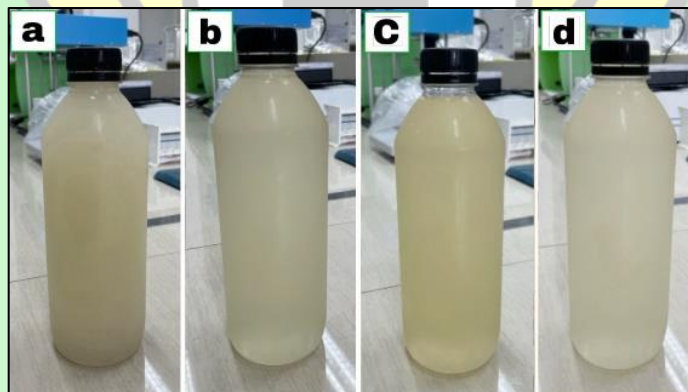
3.6.1 Prosedur Eksperimen

Eksperimen pada penelitian ini menggunakan filtrasi yang dirancang dan disusun dengan media kerikil, pasir kali dan arang aktif kulit kakao (Gambar 3. 14).

Prosedur pengolahan air limbah tahu diawali dengan menampung sampel air limbah ke dalam jerigen sebanyak 20 liter. Kemudian media filter disusun secara vertikal kedalam unit filtrasi dengan jumlah yang sudah disesuaikan pada prosedur penelitian. Selanjutnya air limbah tahu dimasukkan ke dalam masing-masing unit filtrasi. Setelah proses filtrasi selesai, setiap perlakuan unit reaktor dicatat durasi waktu kontak. Sampel akhir air limbah yang telah melalui proses filtrasi ditampung di dalam wadah (Gambar 3.15) penampungan untuk selanjutnya dilakukan pengujian parameter (Mawaddah, 2023).



Gambar 3. 14 Penyusunan Media Ke Dalam unit filter



Gambar 3. 15 Limbah Cair Tahu Setelah Melalui Pengolahan Filtrasi Pada Setiap Unit

3.7 Analisis Laboratorium Setelah filtrasi

3.7.1 Pengukuran parameter COD (SNI 6989-2-2009)

1. Sampel dimasukkan ke dalam tabung COD 2,5 mL, kemudian 1,5 mL larutan baku $K_2Cr_2O_7$ dan 3,5 mL larutan H_2SO_4 ditambahkan ke dalam tabung COD dan ditutup.

2. COD Reaktor diambil, kemudian tombol start ditekan dan ditunggu suhu naik sampai 150°C.
3. Tabung COD kemudian dimasukkan dalam reaktor COD dengan suhu 150°C selama 2 jam.
4. Didingkan tabung COD, kemudian pengukuran sampel dilakukan menggunakan COD Meter.

3.7.2 Pengukuran parameter BOD (SNI 6989.72.2009)

1. Disiapkan botol DO, diberi masing-masing botol tanda dengan A1 dan A2.
2. Diencerkan larutan contoh uji, dimasukkan dalam botol DO, ditutup botol DO untuk dihindari terbentuknya gelembung udara.
3. Dilakukan pengocokan, ditambahkan air bebas mineral pada sekitar tutup botol DO yang telah ditutup.
4. Disimpan botol A2 dalam lemari inkubator 20°C ± 1°C selama 5 hari.
5. Dititrasi pengukuran oksigen terlarut terhadap larutan botol A1 secara iodometri (modifikasi azida).
6. Dimasukkan sampel dalam erlenmeyer 500 ml untuk dianalisis BOD secara iodometri.
7. Ditambahkan cairan 2 ml larutan mangan sulfat.
8. Ditambahkan 2 ml larutan alkali iodida, ditutup botol dan dikocok botol beberapa kali, didiamkan selama 10 menit, larutan yang jernih diambil sebanyak 100 ml, dan dipindahkan dalam erlenmeyer 500 ml.
9. Ditambah 2 ml H₂SO₄
10. Dihomogenkan hingga endapan terlarut, dituangkan isi botol kedalam erlenmeyer 500 ml yang diisi larutan jernih.
11. Dititrasi larutan Na₂S₂O₃ hingga larutan berwarna coklat muda.
12. Ditambahkan amilum 1% 2 ml, dititrasi kembali sampai larutan tidak berwarna.
13. Dilakukan pengulangan pengerjaan tahapan e untuk botol A2, diinkubasi 5 hari ± 6 jam.
14. Dilakukan pengulangan untuk penetapan blangko pengerjaan a sampai e dengan digunakan larutan pengencer tanpa contoh uji. Diperoleh hasil

pengukuran yang merupakan nilai oksigen terlarut nol hari (B1) dan nilai oksigen terlarut 5 hari (B2).

3.7.3 Pengukuran parameter TSS (SNI 06.6989.3-2004)

Pengukuran TSS pada sampel air limbah tahu dibaca dengan menggunakan metode gravimetrik. Prosedur kerja sesuai acuan SNI dengan langkah-langkah pertama siapkan kertas saring dengan diameter 47 mm. selanjutnya kertas saring diletakkan di atas alat vakum dan dibilas menggunakan aquades sebanyak 20 mL selama 2 menit. Kemudian kertas saring dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 103-105°C selama 1 jam. Lalu dipindahkan kertas saring dari oven lalu didinginkan di dalam desikator selama 15 menit. Selanjutnya ditimbang berat kertas saring dengan neraca analitik. Dicuci kertas saring dengan 30 mL aquades lalu dibiarkan kertas saring kering. Kemudian, dilakukan penyaringan dengan vakum selama 3 menit. Sampel 100 mL dimasukkan ke dalam vacuum yang sudah berisi kertas saring. Setelah sampel dimasukkan, kertas saring dipindahkan dari alat vakum ke dalam oven untuk dikeringkan dengan suhu 103-105°C selama 1 jam. Proses selanjutnya kertas saring didinginkan dalam desikator dan ditimbang agar mendapatkan berat yang konstan. Kemudian mencari nilai parameter TSS dalam mg/L dihitung menggunakan persamaan perhitungan:

$$\text{TSS mg/L} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{volume contoh uji (ml)}}$$

Keterangan:

TSS = nilai contoh uji (mg/L)

A = berat residu kering + kertas saring (mg)

B = berat kertas saring (mg)

3.7.4 Pengukuran parameter pH (SNI 06-6898.11-2004)

Pengukuran pH pada sampel air limbah tahu dibaca dengan menggunakan alat pH multimeter. Prosedur kerja sesuai dengan acuan SNI dengan langkah-langkah pertama elektroda dikeringkan menggunakan tisu kemudian dibilas menggunakan air suling, selanjutnya elektroda dibilas dengan contoh uji, lalu

elektroda dicelupkan ke dalam sampel limbah sehingga pH menunjukkan pembacaan hasil yang tetap.

3.8 Pengolahan Data

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan tujuan untuk mengetahui persentase penurunan beban pencemar pada air limbah industri tahu dari masing-masing parameter yang telah diuji pada saat dan sesudah dilakukannya pengolahan. Besarnya nilai efektivitas dinyatakan dalam bentuk persentase (%). Persamaan efektivitas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

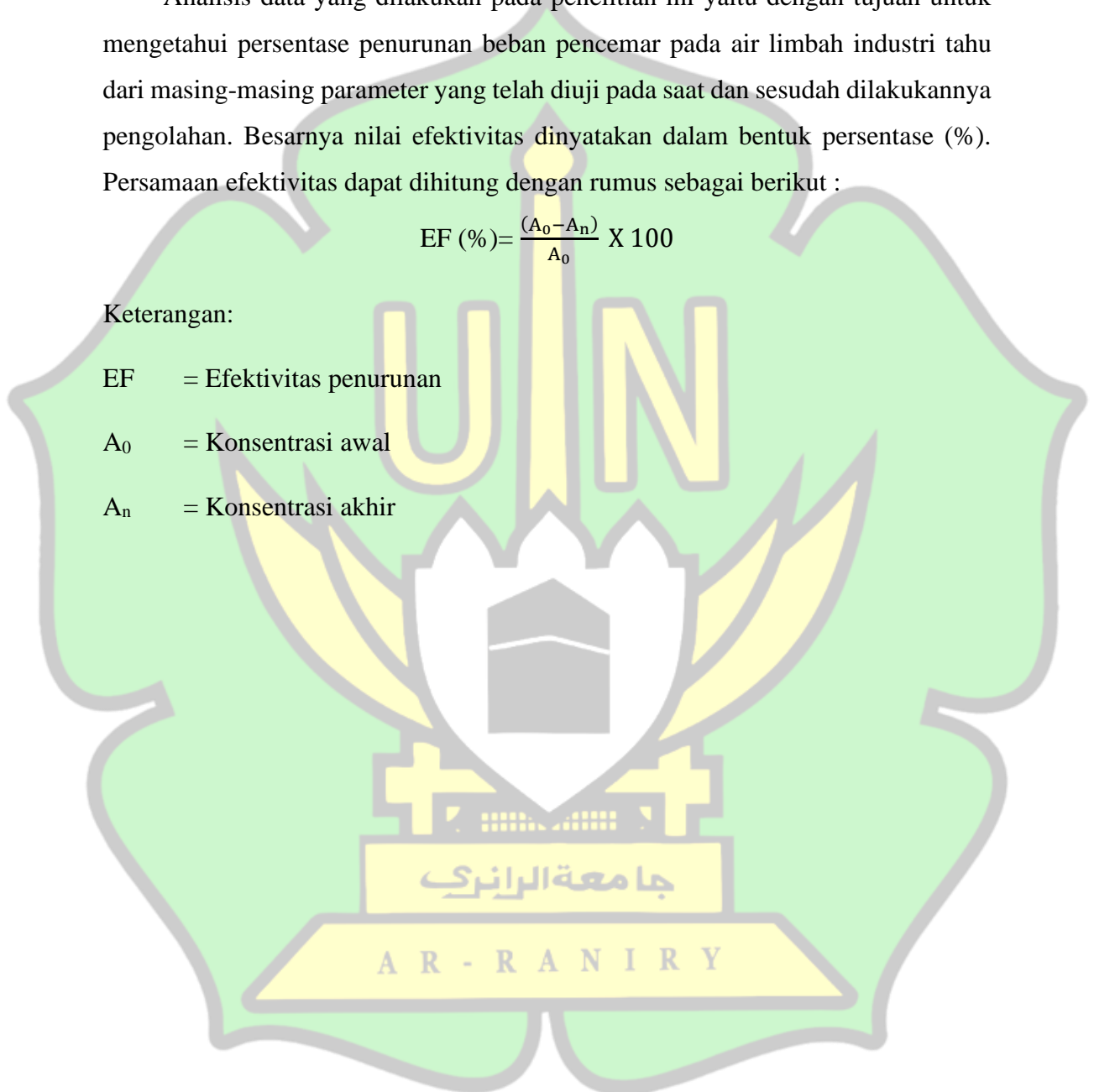
$$EF (\%) = \frac{(A_0 - A_n)}{A_0} \times 100$$

Keterangan:

EF = Efektivitas penurunan

A₀ = Konsentrasi awal

A_n = Konsentrasi akhir



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Efektivitas Arang Aktif Kulit Buah Kakao

Tingkat efektivitas penyerapan kadar COD, BOD dan TSS oleh arang aktif kulit buah kakao didapatkan setelah proses pengolahan air limbah tahu. Pada pengujian efektivitas arang aktif ini menggunakan 3 variasi, yaitu variasi media tanpa arang, media arang tanpa aktivasi dan media arang aktif, arang aktif yang digunakan berukuran 40 mesh. Ukuran partikel media filter mempengaruhi keberhasilan proses filtrasi. Menurut Reyra dkk. (2017) semakin kecil ukuran media maka luas permukaan filtrasi akan semakin besar, sehingga partikel yang terserap semakin banyak.

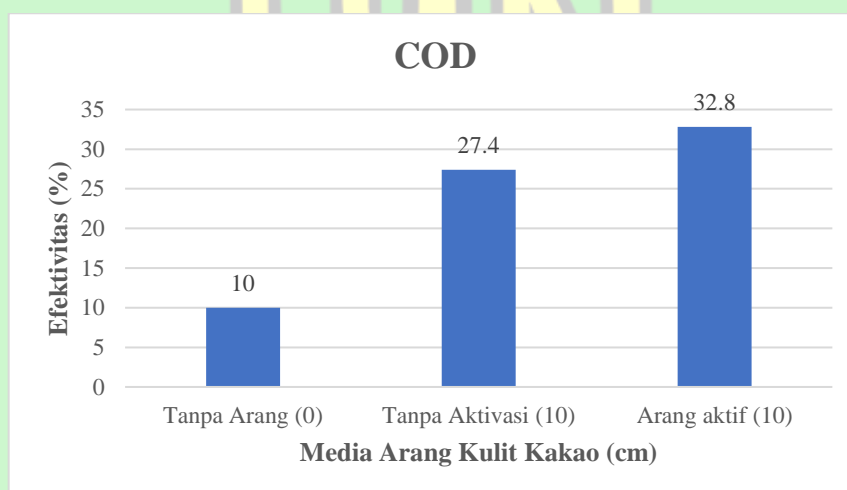
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan nilai efektivitas penyisihan kadar COD, BOD dan TSS menggunakan arang aktif kulit buah kakao dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Efektivitas Penurunan Parameter COD, BOD dan TSS Air Limbah Tahu

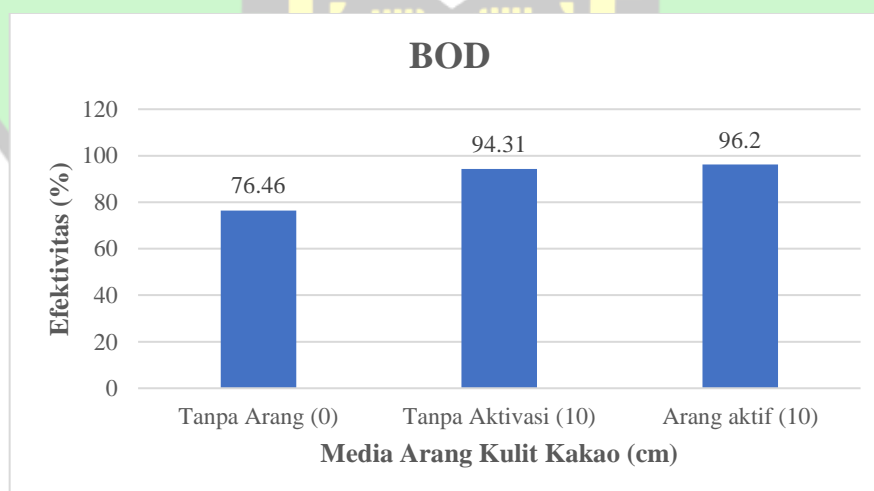
Unit Filtrasi	Volume (L)	Media (cm)			EF COD (%)	EF BOD (%)	EF TSS (%)
		Kerikil	Pasir	Arang Kulit Kakao			
A	10	20	30	-	10	76,5	43
B		20	30	Tanpa aktivasi (10)	27,4	94,3	50,1
C		20	30	Arang Aktif (10)	32,8	96,2	53,6

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui efektivitas penyisihan kadar COD, BOD dan TSS paling besar adalah dengan menggunakan media arang aktif, dengan efektivitas COD sebesar 32,8%, BOD 96,2% dan TSS 53,60%. Penggunaan arang yang sudah melalui proses aktivasi mempengaruhi efektivitas yang dihasilkan. Penyisihan kadar COD pada air limbah tahu paling efektif yaitu dengan menggunakan media arang aktif.

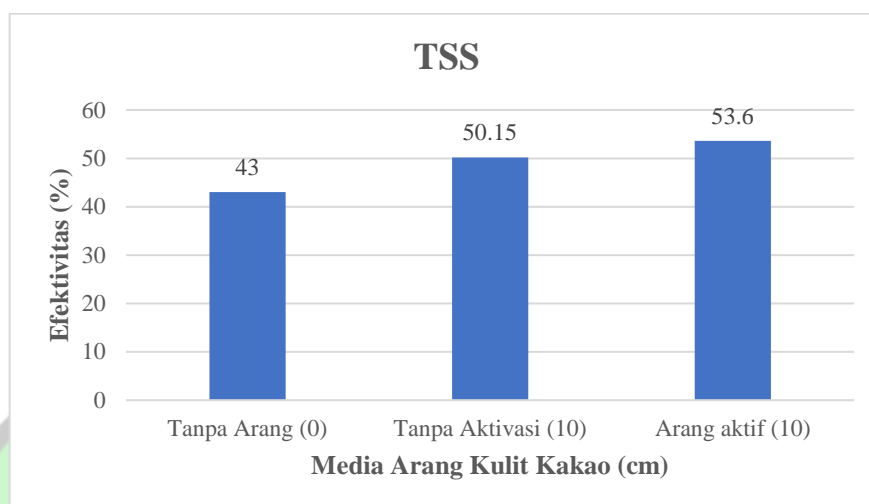
Nilai hasil proses filtrasi pada parameter COD, TSS dan pH dengan penyusunan media tanpa arang kulit buah kakao (unit filter A) menghasilkan tingkat efektivitas parameter sebesar COD 10%, BOD 76,5% dan TSS 43%. Efektivitas penurunan parameter air limbah dengan media arang kulit buah kakao tanpa aktivasi (unit filter B) menghasilkan tingkat efektivitas untuk COD 27,4%, BOD 94,3% dan TSS 50,15%. Sedangkan penurunan parameter air limbah dengan penyusunan media arang aktif (unit filter C) menghasilkan tingkat efektivitas COD 32,8%, BOD 96,26% dan TSS 53,60%. Efektivitas terbesar parameter COD, BOD dan TSS terjadi pada unit filtrasi C, yaitu unit filtrasi yang bermedia arang aktif. Nilai efektivitas penurunan parameter COD, BOD dan TSS dapat dilihat pada Gambar 4.1 - 4.3.



Gambar 4. 1 Variasi Media Filtrasi Terhadap Efektivitas Penurunan COD



Gambar 4. 2 Variasi Media Filtrasi Terhadap Efektivitas Penurunan BOD



Gambar 4. 3 Variasi Media Filtrasi Terhadap Efektivitas Penurunan TSS

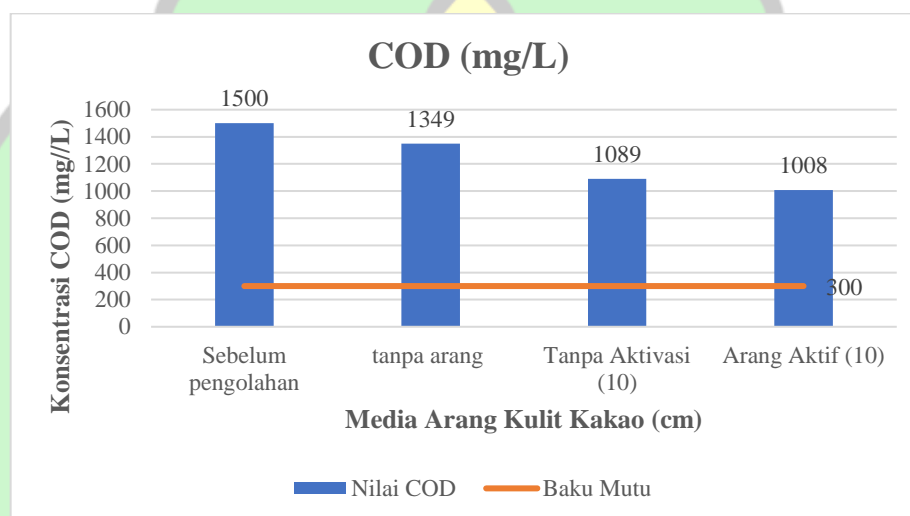
Dari hasil tersebut dapat terlihat bahwa kemampuan dalam menyisihkan parameter COD, BOD dan TSS berbeda-beda setiap unitnya, unit dengan media arang kulit buah kakao yang sudah melalui proses aktivasi memiliki efektivitas yang paling optimal. Hal itu disebabkan arang aktif memiliki fungsi penting pada proses filtrasi, arang aktif juga berperan dalam penyerapan dan pertukaran ion secara bersamaan, sehingga dapat menguraikan dan menurunkan bahan (Krismayanti dkk., 2019). Meskipun belum memenuhi standar baku mutu, penurunan beberapa air limbah tahu setelah pengolahan sudah optimal.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa efektivitas arang tanpa kulit buah kakao yang tidak diaktivasi tidak mengalami perbedaan yang signifikan. Hal ini diduga karena pada saat proses karbonisasi manual terjadi kerusakan pada karakteristik arang tersebut, seperti perubahan struktur pori dan penurunan luas permukaan. Kerusakan ini mengakibatkan arang kehilangan kemampuan adsorpsinya yang optimal. Oleh karena itu, ketika arang aktif digunakan dalam proses filtrasi, ia tidak mampu lagi bekerja sebagaimana mestinya, sehingga tidak memberikan peningkatan performa yang diharapkan dibandingkan dengan arang yang tidak diaktivasi. Dengan demikian, meskipun arang aktif memiliki potensi yang lebih tinggi dalam kondisi ideal, kerusakan yang terjadi selama proses karbonisasi manual menghambat efektivitasnya dalam aplikasi praktis.

4.2 Pengaruh Variasi Media Arang Kulit Kakao Yang Melalui Proses Aktivasi Dan Tanpa Proses Aktivasi

2.1.1 Parameter COD

Uji awal parameter COD pada air limbah tahu sebelum pengolahan sebesar 1025 mg/L. Pengaruh variasi media yang melalui proses aktivasi dan tanpa proses aktivasi terhadap penurunan COD dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Variasi Media Filtrasi Terhadap Penurunan COD

Berdasarkan Gambar 4.4, menunjukkan nilai parameter COD mengalami penurunan setelah dilakukan pengolahan, dengan konsentrasi awal yaitu 1500 mg/L. Setelah melalui pengolahan filtrasi, didapatkan penurunan yang berbeda-beda pada setiap unit yaitu unit A, B dan C masing masing mampu menurunkan kadar COD yaitu menjadi rata rata 1349 mg/L, 1089 mg/L dan 1008 mg/L. Efektivitas penurunan COD pada unit yang menggunakan arang tanpa aktivasi (unit B) dan unit yang menggunakan arang aktif (unit C) secara berurut yaitu 27,4 % dan 32,2%, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan media arang aktif 4,8% lebih baik dalam menyisihkan parameter COD dibandingkan dengan arang tanpa proses aktivasi.

Penurunan COD disebabkan karena bahan-bahan organik pada air limbah tahu telah diserap oleh arang kulit buah kakao, sehingga jumlah bahan organik yang ada dalam air limbah akan berkurang. Hal ini membuat kebutuhan oksigen untuk

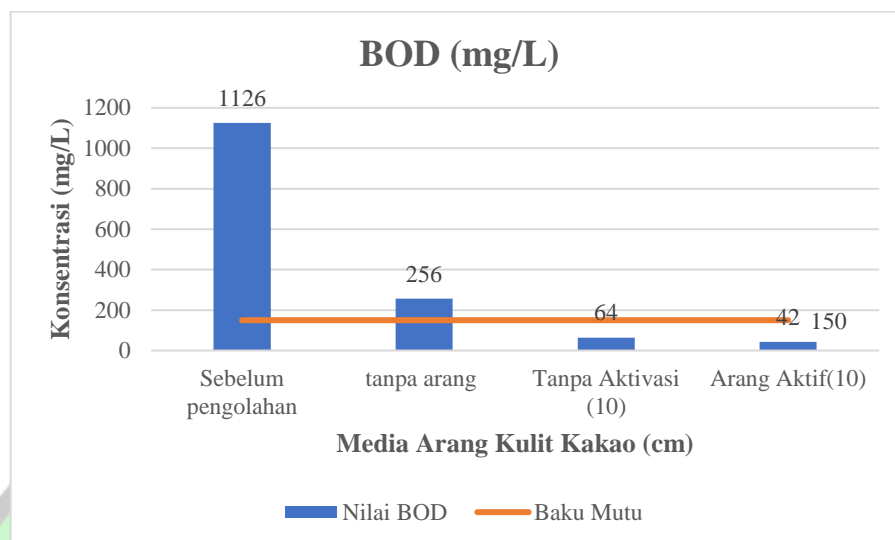
mengoksidasi bahan organik secara kimia juga akan berkurang, kebutuhan oksigen yang berkurang mengakibatkan nilai COD dalam air limbah juga akan semakin menurun.

Dari data tersebut kadar COD setelah pengolahan masih belum memenuhi standar baku mutu, untuk mencapai hasil yang sesuai dengan standar baku mutu, alternatif yang dapat dilakukan adalah memperkecil ukuran pasir yang digunakan atau menambah ketebalan pada arang aktif kulit buah kakao. Hal ini sesuai dengan penelitian Dewi & Bukhori, (2016) yang menyatakan bahwa semakin tebal media penyaringan semakin baik hasil penyaringannya dan semakin baik komposisi susunan media penyaringan maka semakin baik pula hasil penyaringannya.

Pada unit filtrasi yang terdapat arang aktif memiliki penurunan yang signifikan, hal ini disebabkan karena pori-pori arang aktif bekerja secara optimal untuk menyerap zat-zat organik yang menyebabkan terjadinya pencemaran COD (Khery dkk., 2013). Penambahan media pasir membantu waktu tempuh limbah menuju outlet akan lebih semakin lama, sehingga penyerapan pencemar oleh media juga akan semakin optimal, namun pasir hanya mampu menahan bahan padat yang terapung, pasir tidak mampu menyaring virus atau bakteri pembawa bibit penyakit, oleh sebab itu harus dibantu oleh media lain seperti arang aktif (Rahman, 2007).

2.1.2 Parameter BOD

Parameter BOD dengan sampel awal sebesar 1.126 mg/L, dan setelah melewati proses filtrasi menggunakan media pasir dan arang kulit buah kakao terjadi penurunan kadar BOD dari setiap variasi, penurunan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 5 Variasi Media Filtrasi Terhadap Penurunan TSS

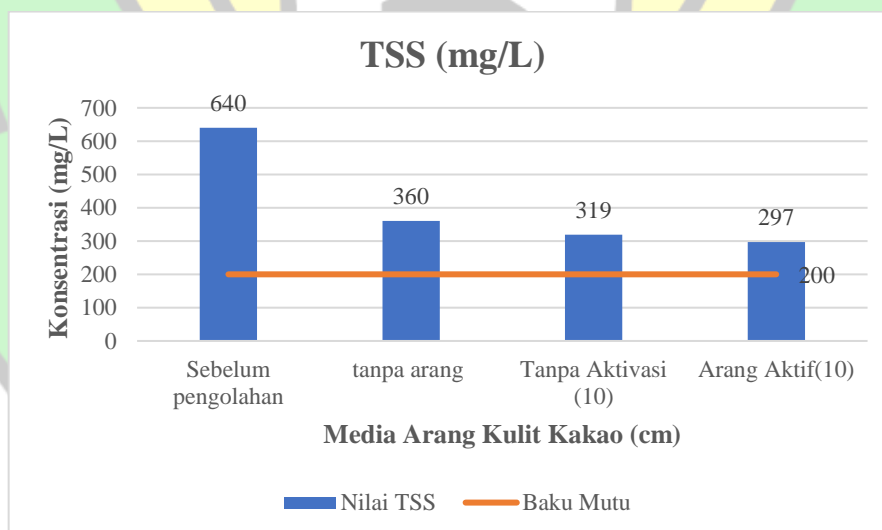
Berdasarkan data yang ditampilkan pada Gambar 4.5, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan penurunan kadar BOD antara sampel yang melewati pengolahan unit filtrasi A, B dan C yaitu memiliki rata-rata penurunan sebesar 256 mg/L, 64 mg/L dan 42 mg/L dengan kadar awal sebesar 1.126 mg/L. Efektivitas penurunan BOD pada unit yang menggunakan arang tanpa aktivasi (unit B) dan unit yang menggunakan arang aktif (unit C) secara berurut yaitu 94,3% dan 96,2%, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan media arang aktif 1,9% lebih baik dalam menyisihkan parameter BOD dibandingkan dengan arang tanpa proses aktivasi. Berdasarkan dari hasil tersebut menunjukkan bahwa kadar BOD setelah pengolahan sudah sangat optimal bahkan pada unit B dan C penurunan BOD jauh di bawah baku mutu yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi usaha atau kegiatan pengolahan kedelai.

Pada gambar tersebut dapat dilihat pada setiap unit menunjukkan penurunan yang sangat signifikan. Penurunan nilai BOD ini disebabkan karena bahan organik yang terkandung pada limbah cair tahu diikat oleh arang aktif kulit buah kakao sehingga bahan organik yang terkandung dalam air limbah tahu berkurang dan parameter BOD juga akan menurun. Hal ini diperkuat oleh penelitian yang telah dilakukan oleh (Ilmanafia & Sudarminto, 2022) semakin besar bahan organik yang diikat oleh arang aktif maka semakin kecil nilai BOD yang terkandung pada suatu

limbah. Berdasarkan Gambar 4.5 di atas penyisihan parameter BOD sudah sangat baik, namun jika diperlukan hasil yang lebih baik lagi dapat dilakukan dengan menambah ketebalan media pasir dan juga media arang aktif. Penambahan media pasir membuat media akan semakin tebal sehingga limbah memiliki waktu tempuh yang lebih panjang sehingga penyerapan pencemar oleh media juga akan semakin optimal. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tebal media yang digunakan, semakin lama waktu kontak limbah dengan media dan semakin tinggi pula penyisihannya, sehingga persentase penurunan kadar pencemar akan semakin besar. Penelitian ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Maryani dkk., 2014), yang menyatakan penambahan media pasir akan menyebabkan aliran air limbah menjadi semakin panjang, hal ini akan membuat hasil limbah yang diolah akan semakin optimal.

2.1.3 Parameter TSS

Nilai awal kadar TSS yaitu sebesar 640 mg/L, setelah dilakukan pengolahan memiliki penurunan yang berbeda-beda pada setiap unit. Setelah pengolahan hasil konsentrasi TSS pada setiap unit filtrasi dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Variasi Media Filtrasi Terhadap Penurunan TSS

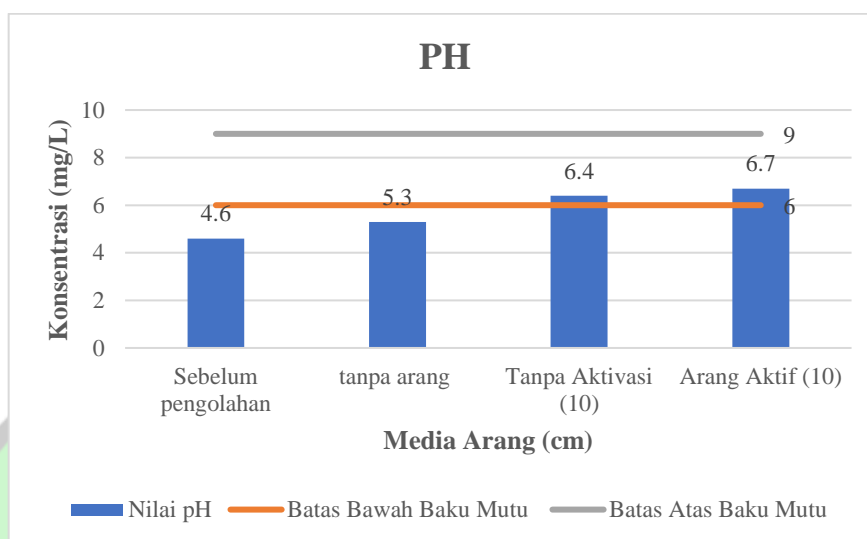
Dari hasil yang terdapat pada Gambar 4.6, terjadi penurunan TSS sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan filtrasi. Gambar tersebut juga menunjukkan bahwa nilai kadar TSS awal sebesar 640 mg/L, dan nilai TSS melalui filtrasi tanpa

arang kulit buah kakao sebesar 360 mg/L, dan hasil filtrasi menggunakan arang tanpa proses aktivasi sebesar 319 mg/L, sedangkan hasil filtrasi menggunakan arang aktif yaitu 297 mg/L. Efektivitas penurunan TSS pada unit yang menggunakan arang tanpa aktivasi (unit B) dan unit yang menggunakan arang aktif (unit C) secara berurut yaitu 50,1 % dan 53,6 %, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan media arang aktif 3,5% lebih baik dalam menyisihkan parameter TSS dibandingkan dengan arang tanpa proses aktivasi. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan multimedia filter dengan arang aktif maupun arang tanpa proses aktivasi sama-sama mampu menurunkan kadar TSS, namun efektivitas penurunan terbaik yaitu menggunakan variasi media arang aktif.

Efektivitas penurunan kadar TSS pada filtrasi unit A cenderung lebih kecil dibandingkan dengan unit B dan C. Hal ini dapat disebabkan partikel suspensi yang berada pada filtrasi unit A kemungkinan dapat melewati media filtrasi, karena dipengaruhi oleh ketebalan media dan pada unit A tidak terdapat media arang kulit buah kakao. Ketebalan media arang dan pasir sangat mempengaruhi kadar TSS yang tersaring. Selain itu, untuk mengoptimalkan hasil TSS hal yang dapat dilakukan adalah memperkecil ukuran pasir yang digunakan, partikel-partikel yang berada pada air limbah tahu juga akan ditahan oleh media pasir, karna butiran pasir yang mempunyai sifat menyerap dan menahan partikel dalam air, koloid atau zat-zat tersuspensi akan ditahan dalam media pasir sehingga kualitas air meningkat. Namun, pasir perlu dioptimalkan menggunakan arang aktif agar lebih efektif sebagai adsorben karena arang aktif akan membantu media pasir untuk menghilangkan bau dan rasa (Muharrami, 2021).

2.1.4 Parameter pH

Hasil awal pH sebelum pengolahan adalah 4,6, hasil tersebut menandakan limbah cair tahu cenderung bersifat asam. Rendahnya nilai pH dapat menurunkan kadar oksigen terlarut dalam perairan yang akan mengakibatkan kematian pada biota yang ada di dalam perairan tersebut (Sapriani dkk., 2016). Hasil konsentrasi pH pada setiap unit filtrasi dapat dilihat pada Gambar 4.7



Gambar 4. 7 Variasi Media Filtrasi Terhadap Penurunan pH

Berdasarkan Gambar 4.7, kadar pH limbah cair tahu setelah dilakukan pengolahan sudah mencapai baku mutu pada unit B dan C, namun filtrasi pada unit A belum mencapai baku mutu, akan tetapi kadar pH sudah mengarah pada titik yang lebih baik dari pada pH sebelum pengolahan. Kadar awal pH limbah cair tahu sebesar 4,6 kemudian mengalami kenaikan pH paling besar pada variasi media arang aktif yaitu sebesar 6,7 yang menuju hampir bernilai 7 (netral), hal ini menunjukkan bahwa penggunaan arang aktif sangat mempengaruhi efektivitas pH.

pH limbah tahu yang awalnya bersifat asam, dengan menggunakan pengolahan filtrasi menggunakan arang kulit buah kakao dan pasir mampu meningkatkan nilai pH menuju netral. Kenaikan nilai pH disebabkan karena adanya serapan ion hidrogen (H^+) oleh arang aktif (Laras dkk., 2015). Pada unit yang tidak memiliki arang aktif mengalami kenaikan pH, hal ini diduga disebabkan oleh media pasir, yaitu terjadi mekanisme penyisihan zat organik dan anorganik sehingga terjadi perubahan berupa pH. Hal ini ditandai dengan penangkapan dan penyerapan bahan organik dan anorganik melalui permukaan pasir sehingga limbah yang bersifat asam menuju ke basa (Sumarli dkk., 2016).

Berdasarkan hasil yang dipaparkan di atas, penggunaan arang aktif kakao tidak memberikan hasil yang signifikan dibandingkan dengan arang kulit kakao yang tidak diaktivasi. Meskipun arang aktif memiliki kapasitas adsorpsi yang lebih

tinggi karena proses aktivasi yang meningkatkan area permukaannya, penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan efektivitas dalam menyisihkan parameter pencemar tidak terlalu besar. Kontaminan juga dapat ditangani dengan baik oleh arang kulit kakao yang tidak diaktivasi, menandakan bahwa penggunaan arang aktif tidak selalu menjadi pilihan yang paling efektif.

Dalam hal biaya, penggunaan arang kulit kakao yang tidak diaktivasi menjadi pilihan yang lebih efektif dan ekonomis. Proses aktivasi arang melibatkan penggunaan energi tambahan dan bahan kimia, yang membuat biaya pembuatan arang aktif jauh lebih mahal dibandingkan arang tanpa aktivasi. Dengan hasil yang hampir setara, arang yang tidak diaktivasi menawarkan nilai yang lebih baik tanpa mengorbankan waktu dan biaya yang lebih besar. Oleh karena itu, memilih arang yang tidak diaktivasi adalah langkah yang bijak dan efisien, terutama ketika diimplementasikan pada masyarakat dan UMKM.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, adapun kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah:

1. Efektivitas penurunan parameter pencemar berbeda-beda pada setiap unitnya. Pada unit A dengan media penyusunan tanpa arang kulit buah kakao menghasilkan tingkat efektivitas parameter sebesar COD 10%, BOD 76,5% dan TSS 43%. Pada unit B dengan media penyusun arang kulit buah kakao tanpa aktivasi menghasilkan tingkat efektivitas untuk COD 27,4%, BOD 94,30% dan TSS 50,15%. Sedangkan efektivitas penurunan parameter air limbah yang terbesar yaitu terjadi pada unit C dengan media penyusun arang aktif kulit buah kakao menghasilkan tingkat efektivitas COD 32,8%, BOD 96,26% dan TSS 53,60%. Perubahan terhadap nilai pH tidak melampaui baku mutu, atau masih berada di batas ambang baku mutu.
2. Penggunaan media yang arang yang sudah melalui proses aktivasi memiliki efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan media arang yang belum melalui proses aktivasi. Perbedaan efektivitas penurunan parameter COD yaitu sebesar 5,4%, pada parameter BOD yaitu sebesar 1,96%, dan pada parameter TSS yaitu sebesar 3,46%.
3. Penggunaan arang aktif kakao tidak memberikan hasil yang signifikan dibandingkan dengan arang kulit kakao yang tidak diaktivasi. Meskipun arang aktif memiliki kapasitas adsorpsi lebih tinggi, perbedaan efektivitasnya tidak terlalu besar, dan kontaminan juga dapat ditangani dengan baik oleh arang yang tidak diaktivasi. Selain itu, biaya pembuatan arang aktif jauh lebih mahal karena memerlukan energi dan bahan kimia tambahan.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan setelah penelitian ini dilakukan adalah:

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat mencoba untuk melakukan perhitungan *Effective Size* (ES) dan *Unifomity Coefficient* (UC), untuk memperoleh ukuran butiran yang tepat untuk media sehingga mampu meningkatkan efektivitas penurunan parameter COD, BOD, TSS, dan pH.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat mencoba menambahkan ketebalan media untuk memperoleh hasil yang lebih maksimal.
3. Untuk penelitian selanjutnya proses karbonisasi dapat dilakukan dengan cara pirolisis untuk memperoleh arang kulit kakao dengan kualitas yang lebih baik.
4. Untuk penelitian selanjutnya dapat mencoba menggunakan larutan kimia lain sebagai aktivator, baik yang bersifat asam kuat maupun basa kuat.



DAFTAR PUSTAKA

- Adam, I. J. (2009). *Kapasitas Adsorpsi Karon Terhadap Zat Warna Rhodamin B Pengetahuan Alam UNM*.
- Adriati, Y. (2021). *Model Pengolahan Air Baku Dengan Sistem Kombinasi Filter Down Flow – Up Flow* [Program Studi S3 Teknik Sipil]. Universitas Hasanuddin.
- Andrie, Fatmawati, S., & Tehuayo, H. (2016). Rancangan Sistem Penjernihan Air Baku Dengan Sistem Slow Sand Filter Di Desa Lekopancing Kab. Maros Sulawesi Selatan. *ILTEK*, 11(1), 1523–1530.
- Artiyani, A., & Firmansyah, N. H. (2016). Kemampuan Filtrasi Upflow Pengolahan Filtrasi Up Flow Dengan Media Pasir Zeolit Dan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Fosfat Dan Deterjen Air Limbah Domestik. *Industri Inovatif*, 6(1), 8–15.
- Astria, F., Subito, M., & Nugraha, D. W. (2014). Rancang Bangun Alat Ukur Ph Dan Suhu Berbasis Short Message Service (Sms) Gateway. *Jurnal MEKTRIK*, 1(1), 47–55.
- Auzar. (2016). *Upaya Meningkatkan Baku Mutu Air Rawa dengan Melakukan Penyaringan Menggunakan Media Arang Tempurung Kelapa dan Sabut Kelapa*. Universitas Pasir Pengarayan.
- Azhari, M. (2016). Pengolahan Limbah Tahu dan Tempe dengan Metode Teknologi Tepat Guna. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 1(2), 1–8.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *Tentang Air dan Air Limbah- Bagian 3: Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (TSS) Secara Gravimetri*. SNI-06-6989.3-2004. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *Tentang Metode Cara Uji pH*. SNI 06-6898.11-2004. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *Tentang Metoda pengambilan contoh air limbah*. SNI 6989.59:2008. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). *Tentang Air dan Air Limbah-Bagian 72: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD)*. SNI 6989.72.2009. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). *Tentang Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD) Dengan Refluks Tertutup Secara Titrimetri*. SNI 6989.73:2-2009. Jakarta.

- B, R., & Mallongi, A. (2018). Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Lanto Dg. PAsewang Kabupaten Jeneponto. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan (JNIK)*, 01, 1–19.
- Dahruji, Wilianarti, P. F., & Hendarto, T. (2017). Studi Pengolahan Limbah Usaha Mandiri Rumah Tangga dan Dampak Bagi Kesehatan di Wilayah Kenjeran, Surabaya. *Aksiologi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 36–44.
- Departemen Agama Republik Indonesia. (1989). Al qur'an, surat Al-A'raf ayat 56. CV Toha Putra, Semarang.
- Deri, M. (2020). *Pengolahan Air Terproduksi Dengan Menggunakan Karbon Aktif Tandan Kosong Kelapa Sawit Melalui Proses Filtrasi Dan Adsorpsi*. Universitas Islam Riau.
- Dewi, Y. S., & Bukhori, Y. (2016). Penurunan COD, TSS Pada Penyaringan Air Limbah Tahu Menggunakan Media Kombinasi Pasir Kuarsa, Karbon Aktif, Sekam Padi Dan Zeolit. *Jurnal Ilmiah Satya Negara Indonesia*, 9(1), 74–80.
- Erika, C. (2013). Ekstraksi Pektin Dari Kulit Kakao (*Theobroma Cacao L.*) Menggunakan Amonium Oksalat. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 5(2), 1–6.
- Febrina, L., & Ayuna, A. (2015). Universitas Muhammadiyah Jakarta Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik. *Jurnal Teknologi*, 7(1), 35–44.
- Ferawanda. (2021). *Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Kakao (Theobroma Cacao L.) Sebagai Penyerap Logam Timbal Dalam Oli Bekas*. Universitas Tadulako.
- Gultom, E. M., & Lubis, M. T. (2014). Aplikasi Arang aktif dari Cangkang Kelapa Sawit dengan Aktivator H₃PO₄ Untuk Penyerapan Logam Berat Cd(II) dalam Pelarut Air. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 3(1), 5–10.
- Hasanah, M. (2019). Pengaruh Suhu Pemanasan Terhadap Karakteristik Dan Mikrostruktur Karbon Aktif Kulit Kakao. *Jurnal Laminar*, 1(1), 22–27.
- Helfinalis, Sultan, & Rubiman. (2012). Padatan Tersuspensi Total di Perairan Selat Flores Boleng Alor dan Selatan Pulau Adonara Lembata Pantar. *Ilmu Kelautan*, 17(03), 149–153.
- Ihsanto, E., & Hidayat, S. (2014). Rancang Bangun Sistem Pengukuran Ph Meter dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknologi Elektro*, 05(03), 137–130.

- Ilmanafia, A., & Sudarminto, H. P. (2022). Pemanfaatan Adsorben Arang Aktif Bonggol Jagung Untuk Penurunan Bod Dan Cod Pada Limbah Cair Pengolahan Rumput Laut. *Distilat Jurnal Teknologi Separasi*, 8(4), 909–912.
- Jiyah, Sudarsono, B., & Sukmono, A. (2016). Studi Distribusi Total Suspended Solid (Tss) Di Perairan Pantai Kabupaten Demak Menggunakan Citra Landsat. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 41–47.
- Juwita, A. I., Ahmad, I., Musdalifah, Bujawati, E., & Basri, S. (2018). Efektifitas Penggunaan Arang Limbah Kulit Kakao (*Theobroma cacao L.*) untuk Menurunkan Kesadahan, Salinitas dan Senyawa Organik Air. *HIEGINE*, 04(01), 1–10.
- Khery, Y., Kurnia, N., Kahpiyati, Adelesmula, L., & Afriawan, rifki. (2013). EFEKTIFITAS PENURUNAN COD LIMBAH TEMPE TAHU OLEH KARBON AKTIF TONGKOL JAGUNG. *Jurnal Kependidikan Kimia "Hydrogen,"* 1(1), 21–27.
- Khuluk, R. H. (2016). *Pembuatan Dan Karakterisasi Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa (*Cocous Nucifera L.*) Sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru*. Universitas Lampung.
- Krismayanti, N. P. A., Manurung, M., & Suastuti, N. G. A. M. D. A. (2019). Sintesis Arang Aktif Dari Limbah Batang Bambu Dengan Aktivator Naoh Sebagai Adsorben Ion Krom(Iii) Dan Timbal(Ii). *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 7(2), 189–197.
- Kusnadi. (2014). *Kualitas Air Bersih Hasil Penyaringan dengan Kerikil, Arang dan Pasir Halus di Dusun Seulanga Gampong Pajar Kecamatan Darul Hikmah Kabupaten Aceh Jaya*.
- Kusnaedi. (2010). *Mengolah air kotor untuk air minum* (N. Sepsi, Ed.). Swadaya.
- Kusumawati, K., Muhartini, S., & Rogomulyo, R. (2015). Pengaruh Konsentrasi dan Frekuensi Pemberian Limbah Tahun Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bayam (*Amaranthus Tricolor L.*) pada media pasir pantai. *Vegetalika*, 4(2), 48–62.
- Laras, N. S., Yuliani, & Fritihidajati, H. (2015). Pemanfaatan Arang Aktif Limbah Kulit Kacang Kedelai (*Glycine max*) dalam Meningkatkan Kualitas Limbah Cair Tahu. *LenteraBio*, 4(1), 72–76.
- Lubis, R. A. fadhillah, Nasution, H. I., & Zubir, M. (2020). Production of Activated Carbon from Natural Sources for Water Purification. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology*, 3(2), 67–73.

- Mangiwa, S., Salim, I., & Maryuni, A. E. (2010). Pembuatan Arang Aktif Dari Tempurung Kelapa Dan Aplikasinya Untuk Pengolahan Limbah Cair Tahu Tempe. *Jurnal Pengabdian Papua*, 10(1), 11–15.
- Maryani, D., Masduqi, A., & Moeriati, A. (2014). Pengaruh Ketebalan Media dan Rate Filtrasi Pada Sand Filter Dalam Menurunkan Kekeruhan dan Total Coliform. *Jurnal Teknik Pomits*, 3(2).
- Masitoh, Y. F., & Sianita, M. M. (2013). Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Buah Coklat (*Theobroma Cacao L.*) Sebagai Adsorben Logam Berat Cd (Ii) Dalam Pelarut Air. *UNESA Journal of Chemistry*, 2(2), 23–28.
- Mawaddah. (2023). *Efektivitas Arang Aktif Ampas Tebu Sebagai Media Filter Dalam Menyisihkan Parameter Cod Tss Dan Ph Pada Limbah Cair Rumah Pemotongan Hewan*. Universitas Islam negeri Ar-raniry.
- Misran, E. (2009). Pemanfaatan Kulit Coklat dan Kulit Kopi Sebagai Adsorben Ion Pb Dalam Larutan. *Jurnal SIGMA*, 12(1), 1–7.
- Muharrami, S. (2021). *Efektivitas Filtrasi Pasir Cepat Pada Pengolahan Limbah Rumah Makan Dengan Media Sabut Kelapa Dan Karbon Aktif*. Universitas Islam Negeri Ar-raniry.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah (2014).
- Puspawati, wahyu S. (2017). Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah XV-2017. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah*, 15, 129–136.
- Radiyahwati, Pratiwi, D. E., & Yunus, M. (2019). Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Kulit Buah Kakao (*Theobroma Cacao L.*) terhadap Kromium (Cr) Total. *Jurnal Chemica*, 20(1), 71–80.
- Rahayu, A. N., & Adhitiyawardman. (2014). Pemanfaatan Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Besi pada Air Tanah. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 03(03), 7–13.
- Rahman, Z. N. (2007). *Pengaruh Variasi Tebal Media Filter Pasir, Zeolit Dan Kerikil Dalam Menurunkan Kadar Kekeruhan Dan Tss Pada Air Permukaan*. Universitas Islam Indonesia.
- Samsudin, W., Selomo, M., & Natsir, F. M. (2018). Processing of Industrial Liquid Waste to Be Liquid Organic Fertilizer with Addition of Effective Microorganism-4 (Em-4). *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan (JNIK)*, 1(2), 1–14.
- Santoso, A. D. (2018). Keragaan Nilai DO, BOD dan COD di Danau Bekas Tambang Batu bara. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 89–96.

- Sapriani, Abidjulu, J., & Kolengan, H. S. J. (2016). Pengaruh Limbah Cair Industri Tahu Terhadap Kualitas Air Sungai Paal 4 Kecamatan Tikala Kota Manado. *Chem Prog*, 9(1), 29–33.
- Saputra, F., Sutaryo, & Purnomoadi, A. (2018). Pemanfaatan Limbah Padat Industri Tahu sebagai Co-Subtrat untuk Produksi Biogas (Utilization of Tofu Cake as Co-Substrate in Biogas Production). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 7(3). <https://doi.org/10.17728/jatp.2315>
- Setiawati, E., & Suroro. (2010). Pengaruh Bahan Aktivator Pada Pembuatan Karbon Aktif Tempurung Kelapa (Effect Of Activator In The Making Of Activated Carbon From Coconut Shell). *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 2(1), 21–26.
- Sianipar, L. D., Zaharah, T. Z., & Syahbanu, I. (2016). Adsorpsi Fe(Ii) Dengan Arang Kulit Buah Kakao (*Theobroma Cacao L.*) Teraktivasi Asam Klorida. *JKK*, 5(2), 50–59.
- Sjafruddin, R., Agustang, A., & Pertiwi, N. (2022). Estimasi Limbah Industri Tahu Dan Kajian Penerapan Sistem Produksi Bersih. *Jurnal Ilmiah Mandala Education (JIME)*, 8(2), 1229–1237.
- Sulianto, A. A., Kurniati, E., & Hapsari, A. A. (2020). Perancangan Unit Filtrasi untuk Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Sistem Downflow. *Jurnal Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*, 6(3), 31–39.
- Sumarli, S., Yulianti, I., Masturi, M., & Munawaroh, R. (2016). *Pengaruh Variasi Massa Zeolit Pada Pengolahan Air Limbah Pabrik Pakan Ternak Melalui Media Filtrasi*. <https://doi.org/10.21009/0305020608>
- Surat, & Yasruddin. (2015). Studi Pasir Sungai Sebagai Agregat Halus Pada Laston Permuakaan (Asphaltic Concrete-Wearing Course, AC-WC). *Jurnal POROS TEKNIK*, 7(1), 1–53.
- Utomo, K. P., Pramadita, S., & Ochih Saziati, D. (2018). Coco Fiber Sebagai Filter Limbah Cair Rumah Makan Cepat Saji. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 01(2), 30–039.
- Widyastuti, S., & Sari, A. S. (2011). Kinerja Pengolahan Air Bersih Dengan Proses Filtrasi Dalam Mereduksi Kesadahan. *Jurnal Teknik WAKTU*, 09(01), 42–53.
- Wijaya, M. (2014). Pemanfaatan Limbah Kakao sebagai Bahan Baku Produk Pangan. *Seminar Nasionan Kimia Dan Pendidikan Kimia VI (SNKPK VI)*, 481–486.
- Wulandari, A. (2018). *Analisis Beban Pencemaran Dan Kapasitas Asimilasi Perairan Pulau Pasaran Di Provinsi Lampung*. Universitas Lampung.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Baku Mutu Air Limbah Tahu

LAMPIRAN XVIII
PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 5 TAHUN 2014
TENTANG
BAKU MUTU AIR LIMBAH

BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI USAHA DAN/ATAU KEGIATAN PENGOLAHAN KEDELAI

Parameter	Pengolahan Kedelai					
	Kecap		Tahu		Tempe	
	Kadar *) (mg/L)	Beban (kg/ton)	Kadar *) (mg/L)	Beban (kg/ton)	Kadar *) (mg/L)	Beban (kg/ton)
BOD	150	1,5	150	3	150	1,5
COD	300	3	300	6	300	3
TSS	100	1	200	4	100	1
pH	6 – 9					
Kuantitas air limbah paling tinggi (m ³ /ton)	10		20		10	



Keterangan :






- 1) *)kecuali untuk pH
- 2) Satuan kuantitas air limbah adalah m³ per ton bahan baku
- 3) Satuan beban adalah kg per ton bahan baku

MENTERI LINGKUNGAN HIDUP
REPUBLIK INDONESIA,

BALTHASAR KAMBUAYA

Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian

No	Gambar	Keterangan
1		Kulit Kakao
2		Proses pencucian dan pemotongan kulit kakao berbentuk dadu
4		Proses karbonisasi kulit kakao dengan cara manual
5		Arang kulit kakao

6		Arang diayak menggunakan ayakan 40 mesh
7		Proses pengenceran larutan HCl pekat menjadi HCl 4M
8		Perlakuan COD
9		Proses analisis nilai COD di Laboratorium Biologi
10		Proses analisis nilai pH menggunakan pH meter Lab Teknik Lingkungan

11		Proses pengecekan TSS menggunakan vakum filtrasi di Lab Teknik Lingkungan
12		Proses analisis nilai TSS di Lab Teknik Lingkungan



Lampiran 4. Lembar Hasil Uji Laboratorium



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS SYIAH KUALA
 FAKULTAS TEKNIK
 JURUSAN TEKNIK KIMIA
LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN
 Jalan Tengku Syech Abdur Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Telepon/Fax. (0651) 7552222
 Laman: <http://che.unsyiah.ac.id>; e-mail: ltpl@che.unsyiah.ac.id

LEMBAR HASIL UJI

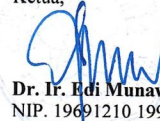
Nomor: 563/JTK-USK/LTPKL/2023

Nama Pelanggan : Rizkan Ramazana
 Alamat Pelanggan : Krueng Barona-Aceh Besar
 Tanggal di Terima : 4 Desember 2023
 Jenis Contoh Uji : Air Limbah Tahu
 Tanggal di Analisa : 5 Desember 2023 s/d 12 Desember 2023
 Parameter Uji : Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD)
 Untuk Keperluan : Penelitian
 Baku Mutu : Lampiran XVIII Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
 Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah

No.	Kode Contoh Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Sampel Mentah	mg/l	150	1.126	
2.	Unit A	mg/l	150	256	
3.	Unit B	mg/l	150	64	
4.	Unit C	mg/l	150	42	

Darussalam, 12 Desember 2023

Ketua,


Dr. Ir. Edi Munawar, S.T., M.Eng.
 NIP. 19691210 199802 1001

Lampiran 5. Perhitungan

A. Perhitungan Sampel Parameter TSS Air Limbah Tahu

1. Sampel Awal

$$\begin{aligned} \text{TSS mg/L} &= \frac{(A-B)}{\text{volume contoh uji (ml)}} \times 1000 \\ &= \frac{0,2160-0,1520}{0,1} \times 1000 \\ &= 640 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

2. Unit Media Arang Aktif

a. Media Tanpa Arang

$$\begin{aligned} \text{TSS mg/L} &= \frac{(A-B)}{\text{volume contoh uji (ml)}} \times 1000 \\ &= \frac{0,1880-0,1520}{0,1} \times 1000 \\ &= 360 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

b. Media Arang Tanpa Aktivasi

$$\begin{aligned} \text{TSS mg/L} &= \frac{(A-B)}{\text{volume contoh uji (ml)}} \times 1000 \\ &= \frac{0,1839-0,1520}{0,1} \times 1000 \\ &= 319 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

c. Media Arang Aktif

$$\begin{aligned} \text{TSS mg/L} &= \frac{(A-B)}{\text{volume contoh uji (ml)}} \times 1000 \\ &= \frac{0,1817-0,1520}{0,1} \times 1000 \\ &= 297 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

B. Perhitungan Efisiensi Penurunan Parameter COD, BOD, TSS dan pH Pada Limbah Cair Tahu

1. Efisiensi Penurunan COD

a. Media Tanpa Arang

$$\begin{aligned} \text{EF (\%)} &= \frac{A_0 - A_n}{A_0} \times 100 \\ &= \frac{1500 - 1349}{1500} \times 100 \end{aligned}$$

$$= 10\%$$

b. Media Arang Tanpa Aktivasi

$$\begin{aligned} \text{EF (\%)} &= \frac{A_0 - A_n}{A_0} \times 100 \\ &= \frac{1500 - 1089}{1500} \times 100 \\ &= 27,4\% \end{aligned}$$

c. Media Arang Aktif

$$\begin{aligned} \text{EF (\%)} &= \frac{A_0 - A_n}{A_0} \times 100 \\ &= \frac{1500 - 1008}{1500} \times 100 \\ &= 32,8\% \end{aligned}$$

2. Efisiensi Penurunan BOD

a. Media Tanpa Arang

$$\begin{aligned} \text{EF (\%)} &= \frac{A_0 - A_n}{A_0} \times 100 \\ &= \frac{1.126 - 256}{1.126} \times 100 \\ &= 76,46\% \end{aligned}$$

b. Media Arang Tanpa Aktivasi

$$\begin{aligned} \text{EF (\%)} &= \frac{A_0 - A_n}{A_0} \times 100 \\ &= \frac{1.126 - 64}{1.126} \times 100 \\ &= 94,31\% \end{aligned}$$

c. Media Arang aktif

$$\begin{aligned} \text{EF (\%)} &= \frac{A_0 - A_n}{A_0} \times 100 \\ &= \frac{1.126 - 42}{1.126} \times 100 \\ &= 96,26\% \end{aligned}$$

3. Efisiensi Penurunan TSS

a. Media Tanpa Arang

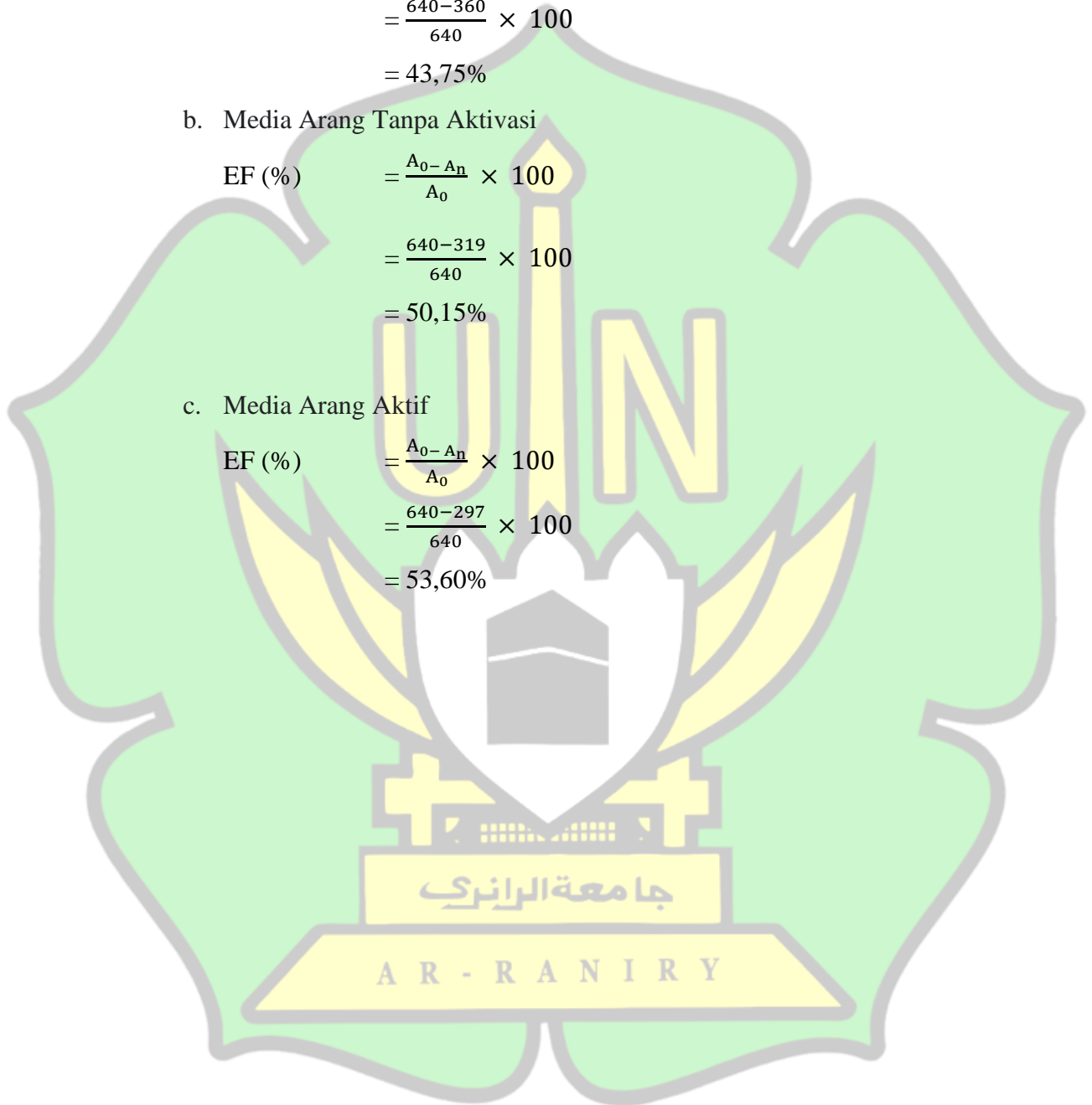
$$\begin{aligned} \text{EF (\%)} &= \frac{A_0 - A_n}{A_0} \times 100 \\ &= \frac{640 - 360}{640} \times 100 \\ &= 43,75\% \end{aligned}$$

b. Media Arang Tanpa Aktivasi

$$\begin{aligned} \text{EF (\%)} &= \frac{A_0 - A_n}{A_0} \times 100 \\ &= \frac{640 - 319}{640} \times 100 \\ &= 50,15\% \end{aligned}$$

c. Media Arang Aktif

$$\begin{aligned} \text{EF (\%)} &= \frac{A_0 - A_n}{A_0} \times 100 \\ &= \frac{640 - 297}{640} \times 100 \\ &= 53,60\% \end{aligned}$$



Lampiran 6. Rancangan Anggaran Biaya Penelitian

No	Uraian	Jumlah	Harga
1	Aquades	10 liter	30.000
2	Aluminium Foil	1 kotal	20.000
3	HCl Pekat	1 botol	225.000
4	Kertas Saring Whatman 42	1 lembar	10.000
5	Pipa PVC 4 inch	265 cm	300.000
6	Pipa PVC ½ inch	14 cm	10.000
7	Dop PVC 4 inch	3 buah	75.000
8	Kertas Saring 50 x 50 cm	1 lembar	15.000
9	Sarung Tangan & Masker	5 pasang	30.000
10	Larutan $K_2Cr_2O_7$	1 botol	70.000
11	Cek BOD	4 sampel	360.000
12	Gayung & Corong Plastik	1 buah	20.000
Total			1.165.000

