



**EFEKTIVITAS ARANG AKTIF ECENG GONDOK
BERDASARKAN SUHU KARBONISASI SEBAGAI
ADSORBEN Fe PADA SISTEM FILTER AIR**

SKRIPSI

Oleh

**Frendi Wahyudi Priyanto
NIM 151810201051**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**EFEKTIVITAS ARANG AKTIF ECENG GONDOK
BERDASARKAN SUHU KARBONISASI SEBAGAI
ADSORBEN Fe PADA SISTEM FILTER AIR**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada program Studi Fisika (S-1) dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

Frendi Wahyudi Priyanto
NIM 151810201051

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa kasih sayang, syukur dan terima kasih yang sebesar-besarnya untuk:

1. Bapak Idris dan Ibu Sriyatin atas segala do'a yang selalu dipanjatkan, motivasi, nasehat, kasih sayang serta pengorbanan yang tak terbatas selama ini.
2. Adik-adik saya Desi Ratna Sari dan Ridho Gunawan Toher yang menjadi penyemangat selama ini dan menjadi motivasi yang berharga, serta seluruh keluarga besar yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang membantu selama ini.
3. Pahlawan tanpa tanda jasa para guru yang pernah mendidik saya sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi.
4. Segenap teman-teman Ganesha phi, Fisika 2015 yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang membantu selama ini.
5. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Jember.

Terimakasih saya sampaikan, hanya dengan sebuah karya tulis dan untaian kata-kata yang dapat saya persembahkan untuk semuanya. Semoga yang telah diberikan akan selalu menjadi amal terbaik nantinya. Atas segala kekurangan saya, sudihlah kiranya untuk mencurahkan rasa maaf. Demikian skripsi ini saya persembahkan.

MOTTO

Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri
(penggalan surat *Ar-Ra'd* ayat 11)*)

“Apapun yang diinginkan maka lihatlah, datangi dan ambil” **)



*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2005. Al-Qur'an dan Terjemahannya. Bandung. CV Penerbit Diponegoro.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Frendi Wahyudi Priyanto

NIM : 151810201051

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Efektivitas Arang Aktif Eceng Gondok Berdasarkan Suhu Karbonisasi sebagai Adsorben Fe pada Sistem Filter Air” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi. Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen dan mahasiswa dan hanya dapat dipublikasikan dengan mencantumkan nama dosen pembimbing.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 31 Januari 2020

Yang menyatakan

Frendi Wahyudi Priyanto

NIM 151810201015

SKRIPSI

**EFEKTIVITAS ARANG AKTIF ECENG GONDOK
BERDASARKAN SUHU KARBONISASI SEBAGAI
ADSORBEN Fe PADA SISTEM FILTER AIR**

Oleh

Frendi Wahyudi Priyanto
NIM 151810201051

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Wenny Maulina, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Artoto Arkundato, S.Si., M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Efektivitas Arang Aktif Eceng Gondok Berdasarkan Suhu Karbonisasi sebagai Adsorben Fe pada Sistem Filter Air” telah diuji dan disahkan secara akademis pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Jember

Tim Penguji

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Wenny Maulina, S.Si., M.Si.
NIP. 198711042014042001

Dr. Artoto Arkundato, S.Si., M.Si.
NIP. 196912251999031001

Penguji I

Penguji II

Dra. Arry Yuariatun Nurhayati, M.Si.
NIP 196109091986012001

Agus Suprianto, S.Si., MT.
NIP 197003221997021001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., Ph.D.
NIP 195910091986021001

RINGKASAN

Efektivitas Arang Aktif Eceng Gondok Berdasarkan Suhu Karbonisasi sebagai Adsorben Fe pada Sistem Filter Air; Frendi Wahyudi Priyanto, 151810201051; 2020: 41 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Pembuatan arang aktif menggunakan bahan baku eceng gondok menjadi prospek utama dalam penelitian ini karena eceng gondok merupakan limbah di perairan yang pertumbuhannya sangat pesat dan dapat merusak keseimbangan ekosistem perairan. Pemanfaatan tanaman eceng gondok yang dapat dijadikan sebagai bahan baku arang aktif (adsorben) menjadi salah satu alternatif dalam mengatasi kadar besi (Fe) yang cukup tinggi dalam air. Arang aktif merupakan salah satu bahan alternatif yang memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan karena kemampuan arang aktif yang sering digunakan dalam proses penyerap rasa, warna, bau dari air dan juga sebagai penyerap kadar logam berat dalam air.

Salah satu tahapan dalam proses pembuatan arang aktif yaitu dengan melakukan karbonisasi. Penelitian ini dilakukan proses karbonisasi dengan suhu 400°C dan 500°C selama 1 jam. Pada tahapan ini akan dihasilkan arang eceng gondok, kemudian arang eceng gondok diaktivasi menggunakan larutan NaOH 25% (b/v) yang kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer hot plate* dan disaring. Arang aktif kemudian dinetralkan menggunakan HCl 2 M dan dibersihkan menggunakan aquades hingga pH netral. Selanjutnya arang aktif dioven pada suhu 100°C selama 2 jam. Efektivitas arang aktif eceng gondok sebagai adsorben besi (Fe) pada penelitian ini ditentukan berdasarkan hasil yang diperoleh melalui pengujian pada sistem rancang bangun filter air skala laboratorium. Hasil proses filtrasi ditampung dalam gelas ukur dan volumenya diukur setiap selang waktu 5 menit selama 1 jam. Pengukuran yang sama dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan menggunakan arang aktif eceng gondok yang berbeda berdasarkan suhu karbonisasi pada suhu 400°C dan 500°C, sehingga sampel hasil filtrasi yang akan diperoleh diantaranya sampel A yaitu air hasil

filtrasi menggunakan arang aktif eceng gondok dengan suhu karbonisasi 400°C dan sampel B yaitu air hasil filtrasi menggunakan arang aktif eceng gondok dengan suhu karbonisasi 500°C, sedangkan sampel C merupakan sampel air sebelum dilakukan proses filtrasi. Selanjutnya, dilakukan serangkaian analisis terkait pengaruh suhu karbonisasi terhadap perubahan nilai fluks, pH, kadar besi (Fe) sebelum dan sesudah filtrasi untuk dapat ditarik kesimpulan.

Penentuan suhu karbonisasi terbaik untuk melihat efektivitas arang aktif eceng gondok sebagai adsorben besi (Fe) ditinjau dari hasil nilai fluks terbesar, pH berada pada rentang 6,5-8,5 berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010, serta persentase penurunan kadar besi (Fe) yang terbesar. Hasil analisa menunjukkan bahwa nilai fluks pada pengujian sampel B lebih besar dibandingkan dengan nilai fluks yang dihasilkan pada pengujian sampel A. Suhu karbonisasi pada arang aktif eceng gondok sebagai media filtrasi tidak mempengaruhi terjadinya perubahan pada nilai pH air uji baik sebelum dan setelah dilakukan uji filtrasi pada rancang bangun filter air yaitu sebesar 7,5, nilai pH air uji masih berada pada kategori diperbolehkan untuk digunakan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 yaitu pH berada pada rentang 6,5-8,5. Penggunaan arang aktif eceng gondok dengan suhu karbonisasi 500°C mampu mengurangi kadar besi (Fe) dalam air uji lebih baik dibandingkan arang aktif eceng gondok dengan suhu karbonisasi 400°C. Presentase penurunan kadar besi (Fe) pada air uji terbesar belaku pada penggunaan arang aktif eceng gondok dengan suhu karbonisasi 500°C, sehingga lebih efektif digunakan sebagai media adsorben pada rancang bangun filter air.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. karena atas berkat, rahmat, serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Arang Aktif Eceng Gondok Berdasarkan Suhu Karbonisasi sebagai Adsorben Fe pada Sistem Filter Air”. Sholawat dan salam semoga senantiasa selalu menuntun dan mengiringi langkah dan aktivitas kita dalam melangkah menggapai ridhlo-Nya. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S-1) Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin menyampaikan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, mendampingi, dan mengarahkan penulis dalam menyusun skripsi ini. Untuk itu penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Ibu Wenny Maulina, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Dr. Artoto Arkundato, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, tenaga, dan perhatian dalam membantu penulisan skripsi ini;
2. Ibu Dra. Arry Yuariatun Nurhayati, M.Si., selaku Dosen Penguji satu dan Bapak Agus Suprianto, S.Si., MT., selaku Dosen Penguji ke dua yang telah meluangkan waktu untuk menguji dan memberikan masukan demi kesempurnaan skripsi ini;
3. Bapak Bowo Eko Cahyono, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktu, pikiran, tenaga dan perhatian membantu melalui masa perkuliahan;
4. Segenap Dosen dan Karyawan Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang selalu membantu dan mendukung;
5. Tim Biofisika 2015, Ganesa Phi 2015, dan anggota ukm IONS yang telah banyak membantu dan memberi semangat;

6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu;

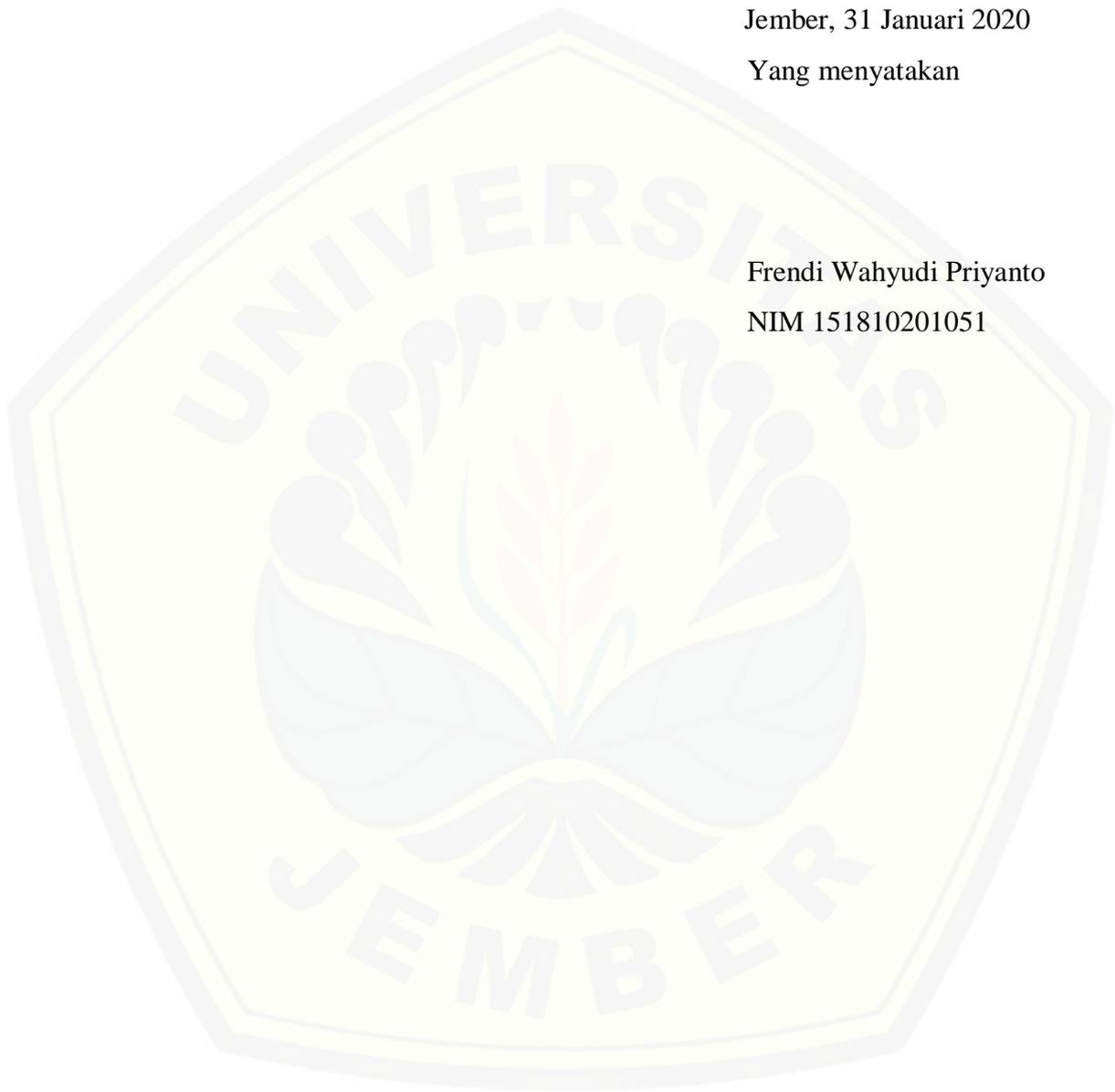
Penulis sadar bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis berharap skripsi ini dapat dimanfaatkan sebagaimana mestinya.

Jember, 31 Januari 2020

Yang menyatakan

Frendi Wahyudi Priyanto

NIM 151810201051



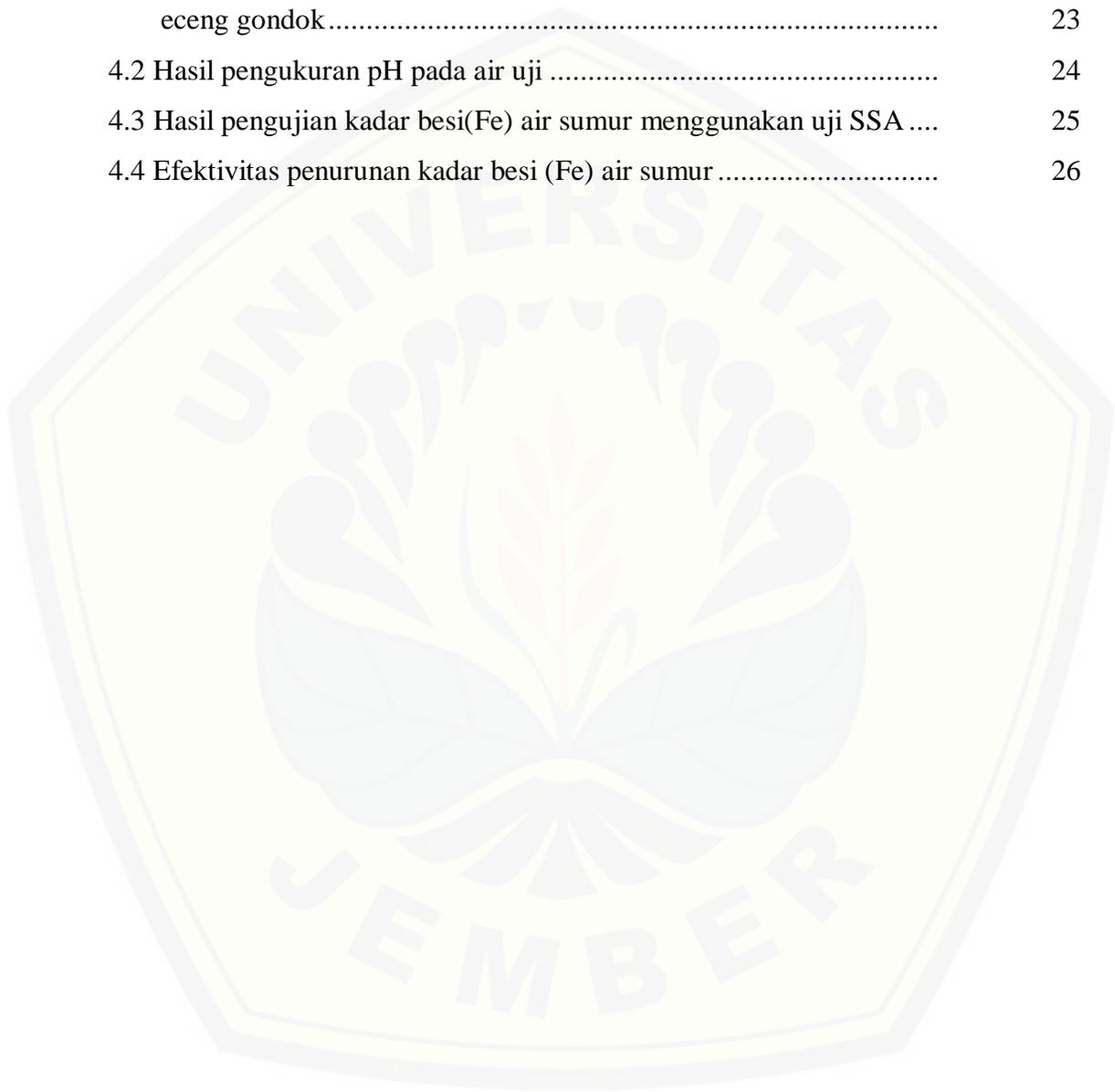
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Eceng Gondok	6
2.2 Arang Aktif	7
2.3 Uji Fluks	9
2.4 Uji pH	10
2.5 Uji Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)	10
2.5.1 Sumber Cahaya.....	11
2.5.2 Pengabut dan Pembakar	11
2.5.3 Monokromator.....	12
2.5.4 Detektor.....	12
2.5.5 Amplifier dan Pembaca	12

BAB 3. METODE PENELITIAN	13
3.1 Rancangan Penelitian	13
3.2 Jenis dan Sumber Data	15
3.3 Definisi Operasional Variabel dan Skala	
Pengukurannya.....	16
3.4 Kerangka Pemecahan Masalah.....	16
3.4.1 Tahap Karbonisasi	17
3.4.2 Tahap Aktivasi Arang	17
3.4.3 Uji Filtrasi.....	18
3.5 Metode Analisis Data.....	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Uji Fluks.....	21
4.2 Uji pH.....	24
4.3 Kadar Besi (Fe).....	25
BAB 5. PENUTUP	29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	34

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Fluks rata-rata proses filtrasi air sumur menggunakan arang aktif eceng gondok.....	23
4.2 Hasil pengukuran pH pada air uji	24
4.3 Hasil pengujian kadar besi(Fe) air sumur menggunakan uji SSA	25
4.4 Efektivitas penurunan kadar besi (Fe) air sumur	26



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Eceng gondok	6
2.2 Skema alat Spektrofotometer Serapan Atom.....	10
3.1 Desain sistem rancang bangun filter air skala laboratorium	14
3.2 Diagram alir kerangka pemecahan masalah	16
4.1 Tiga macam arang aktif eceng gondok pada suhu karbonisasi (a) 400°C dan (b) 500°C sebagai media filtrasi.....	20
4.2 Satu set sistem rancang bangun filter air skala laboratorium	21
4.3 Grafik perubahan fluks air selang waktu 5 menit pengukuran selama 1 jam proses filtrasi menggunakan arang aktif eceng gondok pada suhu karbonisasi (a) 400°C dan (b) 500°C.....	22
4.4 Air sumur (a) sebelum melalui tahap filtrasi (sampel C) dan (b) setelah melalui tahap filtrasi menggunakan media arang aktif eceng gondok pada suhu karbonisasi 400°C (sampel A ₁ , A ₂ , A ₃) dan 500°C (sampel B ₁ , B ₂ , B ₃)	27
4.5 Hubungan antra fluks efektivitas perubahan kadar besi (Fe) pada proses filtrasi menggunakan arang aktif eceng gondok pada suhu karbonisasi 400°C (A) dan arang aktif eceng gondok pada suhu karbonisasi 500°C (B).....	28

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
4.1 Proses pembuatan arang eceng gondok.....	34
4.2 Proses aktivasi arang eceng gondok.....	35
4.3 Proses filtrasi	36
4.4 Pengukuran fluks terhadap waktu selang 5 menit selama 1 jam proses filtrasi.....	38
4.5 Hasil uji pH	40
4.6 Hasil pengukuran kadar besi (Fe)	40
4.7 Persentase penurunan kadar besi (Fe)	41
4.8 Hasil uji <i>one-way</i> ANOVA	41

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang sangat diperlukan oleh semua makhluk hidup di bumi, baik untuk memenuhi kebutuhan maupun menopang hidupnya secara alami. Persediaan air bersih menjadi perhatian khusus setiap negara di dunia termasuk Indonesia. Pemenuhan kebutuhan air sudah menjadi masalah yang umum dan belum diatasi secara maksimal di sebagian besar wilayah Indonesia. Pertumbuhan penduduk, perkembangan pembangunan dan meningkatnya standar kehidupan menyebabkan kebutuhan akan air bersih terus meningkat. Standar kualitas air bersih yang memenuhi standar kelayakan untuk dikonsumsi perlu dipertimbangkan mengingat dalam kandungan air masih banyak zat yang dapat membahayakan, seperti kandungan besi (Fe) dalam kadar yang cukup tinggi. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air konsumsi, standar yang diperbolehkan untuk kadar besi (Fe) dalam air konsumsi sebesar 0,3 mg/l. Sebagian besar pemenuhan kebutuhan air penduduk Indonesia diperoleh dari perairan sungai, air tanah, ledeng (perusahaan air), dan lainnya. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) pada tahun 2010, jumlah konsumsi air untuk kebutuhan rumah tangga di Indonesia sebagian besar diperoleh dari sungai berkisar 3%, air tanah 58%, ledeng (perusahaan air minum) 16%, air hujan 2,6%, air kemasan 7,2%, mata air 12,6%, dan lainnya 0,4%.

Menurut Gloria *et al.* (2016), besi (Fe) merupakan salah satu elemen yang dapat ditemui hampir pada setiap lapisan geologis dan badan air di bumi. Pada umumnya besi yang terdapat di dalam air dapat bersifat terlarut sebagai Fe^{2+} atau Fe^{3+} , dalam bentuk ikatan dapat berupa Fe_2O_3 , $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ atau FeSO_4 tergantung pada unsur lain yang mengikatnya. Dampak besi (Fe) bagi lingkungan diantaranya endapan besi dapat mengakibatkan gangguan teknis, gangguan fisik, dan gangguan kesehatan. Semakin majunya teknologi memberikan beberapa solusi untuk penanganan kandungan besi (Fe) yang berlebihan dalam air. Salah satu inovasi yang dapat menjadi terobosan untuk mengolah kembali air dengan

kadar logam berat cukup tinggi menjadi air bersih sesuai standar air konsumsi yang diperbolehkan Menteri Kesehatan Republik Indonesia yaitu dengan pemanfaatan sistem adsorpsi untuk menurunkan kadar ion logam-logam berat, contohnya penggunaan arang aktif. Proses adsorpsi lebih banyak digunakan dalam industri karena memiliki beberapa keuntungan, yaitu lebih ekonomis dan juga tidak menimbulkan efek samping yang beracun.

Terdapat banyak sumber daya alam di Indonesia, salah satunya yaitu pemanfaatan tanaman eceng gondok yang dapat dijadikan sebagai bahan baku arang aktif. Arang aktif merupakan salah satu bahan alternatif yang memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan karena proses pembuatannya yang mudah dan bahan bakunya terdapat melimpah di alam. Arang aktif adalah sejenis adsorben (penyerap), berwarna hitam, berbentuk *granule* (butir), bulat, pellet ataupun serbuk. Arang aktif sering digunakan dalam proses penyerap rasa, warna, bau dari air dan juga sebagai penyerap senyawa organik dan anorganik dalam air (Mifbakhuddin, 2010). Bahan utama yang perlu ada dalam bahan baku pembuatan arang aktif adalah selulosa, semakin tinggi kandungan selulosa dalam bahan maka semakin tinggi kualitas arang yang dihasilkan. Kadar selulosa dari eceng gondok juga cukup tinggi yaitu 60% dari berat keringnya, dan jumlah terbanyak berada pada bagian batang (Dirga, 2012). Pembuatan arang aktif dari bahan baku eceng gondok diharapkan dapat mengatasi permasalahan lingkungan.

Eceng gondok merupakan tanaman yang mudah menyebar melalui saluran air ke badan air lainnya, sehingga tanaman ini dianggap sebagai gulma karena dapat merusak lingkungan perairan dengan pertumbuhannya yang cepat, namun tanaman ini memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat diantaranya Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{2+} dan lainnya (Sangkota *et al.*, 2017). Produksi eceng gondok di perairan bisa mencapai 2 ton biomassa per are dan populasinya dapat berlipat ganda setiap 5-15 hari (Davies dan Davies, 2013). Keberadaan eceng gondok oleh masyarakat masih seringkali dianggap sebagai gulma yang merusak lingkungan perairan, sehingga banyak masyarakat yang masih membuang eceng gondok dengan tujuan mengurangi populasinya namun tidak memanfaatkannya di bidang perindustrian. Pembuatan arang aktif menggunakan bahan baku eceng gondok

menjadi prospek utama dalam penelitian ini karena eceng gondok merupakan limbah di perairan yang pertumbuhannya sangat pesat dan dapat merusak keseimbangan ekosistem perairan.

Penelitian sebelumnya telah dilakukan dalam pengembangan arang aktif sebagai adsorben pada sistem rancang bangun filter air. Purwonugroho (2013), melakukan penyaringan terhadap air sumur untuk meneliti keefektifan kombinasi media zeolit dan arang aktif dalam menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) dengan menggunakan bahan kombinasi arang aktif tempurung kelapa dan zeolit. Ketebalan bahan yang dipakai masing-masing dilakukan variasi sebesar 30 cm dan 60 cm. Syahputra *et al.* (2015) melakukan penyaringan terhadap air sungai yang telah tercemar oleh limbah buangan pabrik karet dengan memanfaatkan rancang bangun filter air skala laboratorium berbahan arang dan tanpa menggunakan arang dalam menurunkan kadar Fe, Cu, dan Zn dalam air. Kombinasi media filtrasi diantaranya arang tempurung kelapa (tanpa melalui tahap aktivasi), pasir, ijuk, kerikil, dan tanah liat, sedangkan untuk ketebalan arang tempurung kelapa yang digunakan yaitu sebesar 20 cm. Penelitian yang telah dilakukan para peneliti tersebut menjadi rujukan dalam konsep dan analisis pada penelitian ini. Bahan yang dipakai pada penelitian sebelumnya kebanyakan menggunakan tempurung kelapa, namun pada penelitian ini dilakukan pemanfaatan arang aktif eceng gondok sebagai media adsorben besi (Fe) pada sistem rancang bangun filter air.

Salah satu tahapan dalam proses pembuatan arang aktif yaitu dengan melakukan karbonisasi. Karbonisasi adalah proses mengubah bahan baku asal menjadi karbon atau arang berwarna hitam melalui pembakaran dalam ruang tertutup dengan udara yang seminimal mungkin. Suhu karbonisasi yang sering dipakai selama ini untuk proses karbonisasi dalam pembuatan arang berkisar lebih dari 150°C (Fitri, 2017). Saat ini belum banyak penelitian yang mengaitkan pengaruh suhu karbonisasi terhadap kualitas arang aktif berbahan baku eceng gondok sebagai adsorben pada proses filtrasi air. Padahal penentuan suhu karbonisasi yang tepat menjadi salah satu penentu kualitas arang yang dibuat sebelum teraktivasi menjadi arang aktif. Penelitian yang menggunakan suhu

karbonisasi pada pembuatan arang aktif eceng gondok sebelumnya pernah dilakukan oleh Rachmawati (2019) dan Kusumaningtyas (2019) dengan variasi suhu karbonisasi yang dilakukan sebesar 400°C, 500°C, dan 600°C. Hasil penelitian Rachmawati (2019) menunjukkan daya serap terbesar arang aktif eceng gondok terhadap larutan iodin dihasilkan pada suhu karbonisasi 400°C, sedangkan hasil penelitian Kusumaningtyas (2019) menunjukkan kadar karbon terbesar dihasilkan pada arang aktif eceng gondok dengan suhu karbonisasi 500°C. Oleh karena itu, mengacu pada kedua penelitian tersebut pada penelitian ini suhu karbonisasi yang digunakan untuk pembuatan arang aktif eceng gondok sebesar 400°C dan 500°C. Pengaruh dari suhu karbonisasi (400°C dan 500°C) arang aktif eceng gondok dilakukan uji untuk mengetahui efektivitasnya terhadap penurunan kadar besi (Fe) pada sistem rancang bangun filter air skala laboratorium. Adapun pengukuran yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi penentuan nilai fluks, pH, dan kadar besi (Fe) sebelum dan sesudah filtrasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh suhu karbonisasi terhadap efektivitas arang aktif eceng gondok sebagai adsorben besi (Fe) pada pengaplikasian rancang bangun filter air?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu karbonisasi terhadap efektivitas arang aktif eceng gondok sebagai adsorben besi (Fe) pada pengaplikasian rancang bangun filter air.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi terkait pengaruh suhu karbonisasi terhadap kemampuan arang aktif eceng gondok sebagai adsorben besi (Fe) di air setelah dilakukan filtrasi. Penelitian ini dapat mengedukasi dan membantu masyarakat guna mengatasi

kekhawatiran terjadinya polusi perairan yang disebabkan oleh kadar logam berat dalam air.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Eceng Gondok

Pencemaran di badan air merupakan masalah lingkungan yang perlu mendapat perhatian khusus. Salah satu penyebab terjadinya pencemaran di badan air adalah eutrofikasi (Hendra, 2011). Eutrofikasi merupakan proses penuaan kawasan perairan secara alami yang diakibatkan oleh munculnya nutrisi yang berlebihan ke dalam ekosistem air dan mengakibatkan pertumbuhan tumbuhan perairan di sekitarnya tumbuh sangat cepat dibandingkan pertumbuhan yang normal. Salah satu tumbuhan yang diuntungkan karena eutrofikasi adalah eceng gondok (Sangkota *et al.*, 2017).



Gambar 2.1 Eceng gondok

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) ditunjukkan pada Gambar 2.1, merupakan tumbuhan yang sering kali keberadaannya menjadi gulma yang mengapung di atas permukaan air dan mengganggu ekosistem perairan. Tumbuhan ini sangat cepat berkembang dan tumbuh di lahan yang perairannya terkena limbah. Tumbuhan ini dapat mengikat polutan logam berat di dalam air diantaranya Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , dan Zn^{2+} , Fe^{2+} dan lainnya (Sangkota *et al.*, 2017). Pertumbuhan eceng gondok dapat mencapai 1,9% per hari dengan tinggi antara

0,3 m sampai dengan 0,5 m. Produksinya bisa mencapai 2 ton biomassa per are dan populasinya dapat berlipat ganda setiap 5-15 hari. Masa panen untuk tumbuhan air cenderung berada diurutan hari, sedangkan untuk pohon dan tumbuhan darat dalam urutan tahun dan bulan (Davies dan Davies, 2013).

Pesatnya pertumbuhan eceng gondok mengakibatkan berbagai kerusakan ekosistem perairan, penyempitan sungai, terganggunya transportasi perairan, dan masalah lainnya. Beberapa penelitian menyatakan bahwa tumbuhan eceng gondok memiliki struktur lignoselulosa yang dapat dikonversi menjadi gula reduksi dan berpotensi menjadi bahan biomassa ramah lingkungan dengan kandungan 35% oksigen (Naufala dan Pandebesie, 2015). Bahan lignoselulosa merupakan komponen organik berlimpah di alam yang terdiri dari tiga polimer yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin. Komponen terbesar adalah selulosa (35-50%), hemiselulosa (20-35%), dan lignin (10-25%) (Anindyawati, 2010). Selulosa merupakan bahan utama yang perlu ada dalam pembuatan bahan arang, semakin tinggi kandungan selulosa dalam bahan maka semakin tinggi kualitas arang (Hendra, 2011).

2.2 Arang Aktif

Menurut Rumidatul (2006), arang aktif adalah arang yang telah mengalami proses aktivasi untuk meningkatkan luas permukaan melalui pembukaan pori-pori sehingga daya adsorpsi dapat ditingkatkan. Terdapat dua jenis arang aktif yang dibedakan menurut fungsinya, yaitu arang aktif sebagai penyaring gas dan arang aktif fasa cair.

1. Arang aktif penyaring gas (*gas adsorbent carbon*), digunakan untuk menyaring kotoran berupa gas. Pori-pori yang terdapat pada arang jenis ini adalah mikropori yang menyebabkan molekul gas akan mampu melewatinya, namun molekul dari cairan tidak dapat melewatinya. Arang jenis ini biasanya terdapat pada arang tempurung kelapa.
2. Arang aktif fasa cair (*liquid-phase carbon*), digunakan untuk menyaring kotoran atau zat yang tidak diinginkan pada cairan atau larutan. Pori-pori yang terdapat pada jenis arang ini adalah makropori yang memungkinkan molekul

besar untuk masuk. Arang jenis ini biasanya terdapat pada batubara dan selulosa.

Pembuatan arang aktif eceng gondok melalui tahapan karbonisasi dan aktivasi. Mutu arang aktif yang dihasilkan tergantung dari bahan baku yang digunakan, suhu karbonisasi, bahan aktivasi dan cara mengaktifkannya. Proses karbonisasi atau pengarangan adalah proses mengubah bahan baku asal menjadi arang berwarna hitam melalui pembakaran dalam ruang tertutup dengan udara yang seminimal mungkin. Proses pengarangan merupakan penguraian biomassa menjadi panas pada suhu lebih dari 150°C. Selama proses pengarangan perlu memperhatikan asap yang ditimbulkan, yaitu jika asap yang ditimbulkan bahan tebal dan berwarna putih berarti bahan sedang mengering. Sedangkan asap tebal dan berwarna kuning berarti pengarangan sedang berlangsung. Pada fase ini tungku pengarangan sebaiknya ditutup dengan maksud oksigen pada ruang pengarangan rendah. Jika asap semakin menipis dan berwarna biru berarti pengarangan hampir selesai (Fitri, 2017).

Menurut Kurniati dan Suprihatin (2009) ada beberapa tahapan dalam proses karbonisasi diantaranya:

1. Suhu pembakaran 150°C-200°C, dalam keadaan ini air dalam bahan baku dilepas bersama-sama dengan gas CO dan CO₂ dalam jumlah kecil.
2. Suhu pembakaran 200°C-300°C, terjadi pembentukan gas CO dan CO₂.
3. Suhu pembakaran 300°C-400°C, disamping terjadi pembentukan gas, juga dijumpai sejumlah kecil senyawa hidrokarbon.
4. Suhu pembakaran > 500°C, pembentukan tar diteruskan dan gas hidrogen semakin bertambah sehingga terbentuk karbon mencapai 90%.
5. Suhu pembakaran > 700°C, secara praktis hanya terbentuk gas hidrogen.

Proses aktivasi arang pada prinsipnya dapat dibuat dengan dua cara yaitu dengan cara fisika dan kimia.

1. Pembuatan arang aktif secara fisika, prinsipnya adalah pemberian uap air atau gas CO₂ pada arang yang telah dipanaskan. Arang yang telah dihaluskan kemudian dimasukkan ke dalam tungku aktivasi, setelah itu dipanaskan pada

suhu 800°C-1000°C. Selama pemanasan dialirkan uap air atau gas CO₂ (Rumidatul, 2006).

2. Pembuatan arang aktif secara kimia, prinsipnya adalah perendaman arang dengan senyawa kimia sebelum dipanaskan. Pada proses pengaktifan arang direndam dalam larutan aktivator selama 24 jam, lalu ditiriskan dan dipanaskan pada suhu 600°C-900°C selama 1-2 jam. Bahan kimia yang dapat digunakan yaitu H₃PO₄, NH₄Cl, KOH, NaOH dan lainnya. Pemakaian bahan kimia sebagai aktivator sering kali mengakibatkan pengotoran pada arang aktif yang dihasilkan. Umumnya aktivator meninggalkan sisa-sisa berupa oksida yang tidak larut dalam air pada waktu pencucian, karena itu dalam beberapa proses sering dilakukan pelarutan dengan HCl untuk mengikat kembali sisa-sisa bahan kimia yang menempel pada permukaan arang aktif dan kandungan abu yang terdapat dalam arang aktif (Lempang, 2014).

2.3 Uji Fluks

Rata-rata nilai laju alir hasil pemisahan dinyatakan sebagai fluks. Fluks merupakan jumlah volume hasil pemisahan yang melewati satu satuan luas media filtrasi (arang aktif) dalam satuan waktu tertentu (Setyawan, 2012). Menurut Sihotang (2014), terdapat beberapa parameter yang mempengaruhi fluks antara lain tekanan, konsentrasi umpan, suhu, laju aliran dan turbulensi. Nilai fluks dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.1.

$$J = \frac{V}{At} \quad (2.1)$$

Keterangan:

J : Nilai fluks (Liter/m²jam)

V : Volume hasil pemisahan (Liter)

A : Luas permukaan media filtrasi/arang aktif (m²)

t : Waktu (jam)

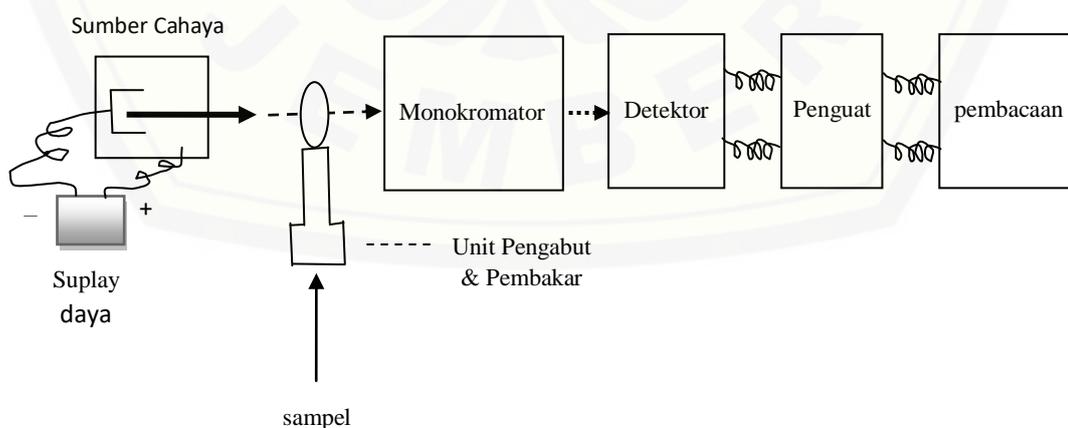
(Said *et al.*, 2017)

2.4 Uji pH

Salah satu cara untuk mengetahui air dapat dinyatakan baik atau tidaknya untuk dikonsumsi adalah dengan cara mengukur kadar keasaman atau nilai pH air itu sendiri, dimana pH merupakan derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Skala pH bukanlah skala absolut, melainkan bersifat relatif terhadap sekumpulan larutan standar yang pH-nya ditentukan berdasarkan persetujuan Internasional. Jika $\text{pH} < 7$ maka larutan bersifat asam, $\text{pH} > 7$ maka larutan bersifat basa, dan $\text{pH} = 7$ maka dinyatakan sebagai larutan netral (Ihsanto dan Hidayat, 2014). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air konsumsi, standar yang diperbolehkan untuk kadar keasaman atau pH air sebesar 6,5-8,5.

2.5 Uji Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometer serapan atom (SSA) merupakan instrumen yang paling banyak digunakan untuk analisis kuantitatif logam berat dalam sampel lingkungan (Hane, 2018). Spektrofotometer serapan atom (SSA) adalah suatu metode spektrofotometer yang memanfaatkan serapan sebagai dasar pengukurannya. Proses penyerapan energi pada sinar terjadi oleh atom netral dalam keadaan gas, sinar yang diserap biasanya berupa sinar tampak (Anggriana, 2011).



Gambar 2.2 Skema alat Spektrofotometer Serapan Atom (Sumber: Anggriana, 2011)

Gambar 2.2 merupakan instrumentasi Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) yang terdiri atas 5 komponen utama yaitu sumber cahaya, pengabut dan pembakar, monokromator, detektor, amplifier dan pembaca (Anggriana, 2011).

2.5.1 Sumber Cahaya

Sumber cahaya berfungsi sebagai pemancar cahaya yang akan dipakai mengeksitasi atom-atom dari unsur yang akan dianalisis. Sebagai sumber cahaya dipakai lampu katoda berongga. Lampu katoda ini terdiri atas tabung kaca tertutup yang mengandung suatu katoda dan anoda. Jika antar katoda dan anoda dipasang selisih tegangan yang tinggi sampai 600 volt, maka mula-mula katoda akan memancarkan berkas elektron yang menuju ke anoda dengan kecepatan dan energi yang tinggi. Elektron-elektron yang bergerak dengan kecepatan yang tinggi itu dalam perjalanannya menuju anoda akan bertabrakan dengan atom-atom gas mulia. Akibatnya, dari tabrakan ini atom-atom gas mulia itu akan kehilangan elektron dan berubah menjadi ion-ion positif. Ion-ion positif gas mulia tersebut akan menuju ke katoda dengan kecepatan dan energi yang tinggi. Akibatnya atom-atom unsur bahan katoda yang sama dengan unsur yang dianalisis akan terlempar keluar dan kemudian mengalami eksitasi ke tingkat yang lebih tinggi, pada saat dieksitasi akan memecahkan spektrum pancaran dari unsur bahan katoda yang sama dengan unsur yang akan dianalisis. Pada pemakaiannya harus digunakan lampu katoda berongga tersendiri yang sesuai.

2.5.2 Pengabut dan Pembakar

Pengabut berfungsi sebagai pengubah larutan menjadi kabut. Sedangkan pembakaran berfungsi sebagai pengubah ion logam menjadi atom, dimana dalam SSA yang menyerap cahaya adalah atom sehingga unsur-unsur dalam senyawa yang akan ditentukan kadarnya harus direduksi ke bentuk atomnya. Proses yang terjadi pada tahap pengatoman ini terdiri dari 2 tahap yaitu pengabutan larutan agar dapat masuk ke dalam nyala, dan pengatoman unsur di dalam nyala dengan menggunakan pembakar. Dalam pembakaran campuran gas dan bahan dinyalakan

untuk menghasilkan nyala yang akan digunakan untuk mengatomkan unsur yang akan dianalisis.

2.5.3 Monokromator

Monokromator salah satu komponen yang dibutuhkan dalam pengujian SSA. Monokromator digunakan untuk melakukan pembacaan intensitas cahaya yang dilewatkan, sehingga cahaya yang dilewatkan menjadi satu jenis cahaya dengan satu panjang gelombang.

2.5.4 Detektor

Detektor berfungsi mendeteksi cahaya datang kemudian mengubah energi cahaya transmisi (terapan) yang diterima menjadi sinyal listrik. Detektor akan menerima dua macam isyarat yang berselang-seling dan akan diubah menjadi sinyal listrik bolak-balik. Sedangkan isyarat kontinu yang berasal dari nyala akan diubah menjadi sinyal arus searah, selanjutnya oleh detektor akan diteruskan ke amplifier arus bolak balik.

2.5.5 Amplifier dan Pembacaan

Amplifier menguatkan sinyal arus bolak-balik yang diteruskan dari detektor. Sinyal arus searah yang berasal dari isyarat kontinu dari nyala tidak akan diperkuat oleh amplifier. Melalui mekanisme pengolahan sinyal, selanjutnya akan diperoleh hasil yang dapat terbaca pada alat pencatat.

BAB 3. METODE PENELITIAN

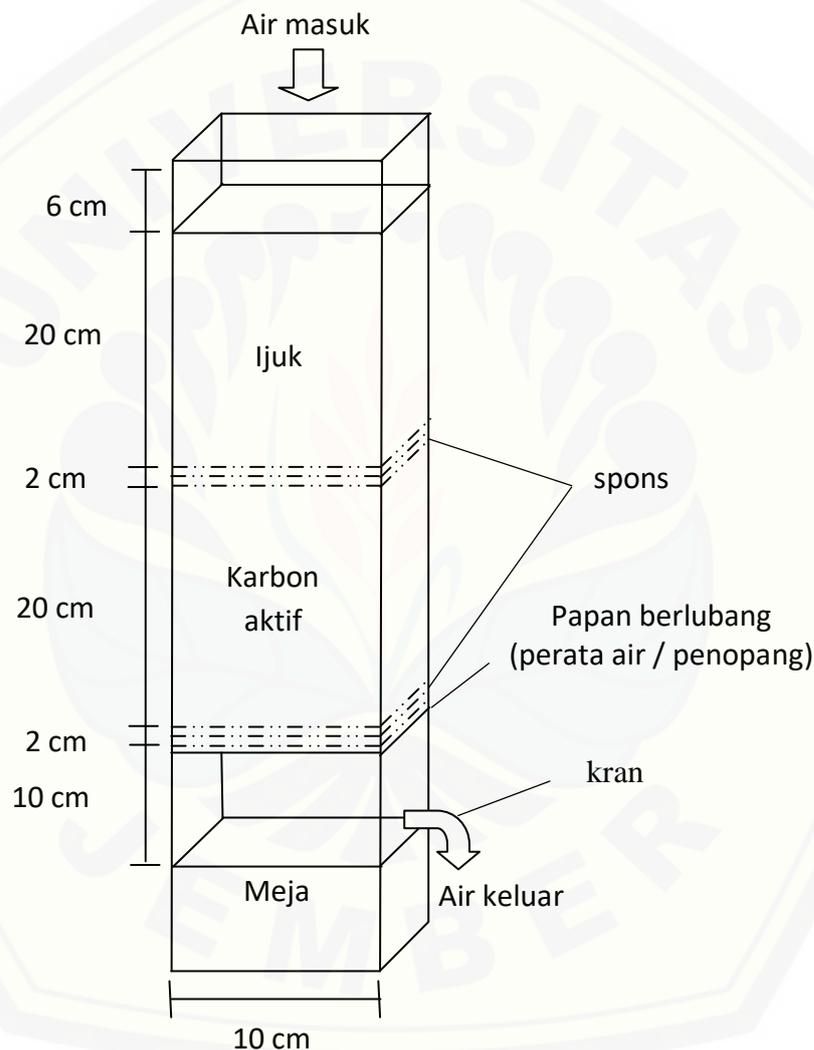
3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan memanfaatkan eceng gondok sebagai bahan baku pembuatan arang aktif. Pembuatan arang aktif melalui tahap karbonisasi dan aktivasi, dimana pada tahap karbonisasi menggunakan dua suhu karbonisasi, yaitu 400°C dan 500°C. Tahap ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu karbonisasi terhadap efektivitas arang aktif eceng gondok sebagai adsorben besi (Fe), yang diaplikasikan pada sistem rancang bangun filter air skala laboratorium.

Eceng gondok diambil dari perairan di wilayah Sungai Brantas Bendung Sampean Baru, Bondowoso. Proses karbonisasi dilakukan di Laboratorium Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Proses aktivasi arang aktif serta pengujian fluks dan pH dilakukan di Laboratorium Material, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember. Air yang menjadi bahan uji diperoleh dari air di sumur monitoring Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Pakusari, Jember. Selain itu uji sampel hasil filtrasi menggunakan sistem rancang bangun filter air skala laboratorium dilakukan pengujian menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) untuk mengetahui kadar besi (Fe) dalam air, dimana sebelumnya telah dilakukan uji sampel air untuk mengetahui kadar besi (Fe) dalam air sebelum dilakukan filtrasi menggunakan arang aktif eceng gondok. Pengujian Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dilakukan di Laboratorium *Center for Development of Advanced Science and Technology* (CDAST), Universitas Jember. Kegiatan penelitian dilaksanakan mulai dari 20 September 2019 sampai 25 Desember 2019.

Pengujian ini diawali dengan melakukan studi pustaka dari berbagai sumber yang dijadikan sebagai tahap observasi terhadap topik yang akan diteliti. Selanjutnya dilakukan dengan tahapan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya neraca digital, oven, blender, cawan krusibel, *furnace*, mortar, plastik klip, ayakan berukuran 200 mesh, gelas ukur, *aluminium foil*, *magnetic stirrer hot*

plate, kertas saring, *buchner funnel*, pipet tetes, pipet volumetrik, botol, nampan, *stopwatch*, pompa air, pH meter, dan satu set alat sistem rancang bangun filter air skala laboratorium. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah eceng gondok, larutan natrium hidroksida (NaOH) 25% (b/v), aquades, hidrogen klorida (HCl) 2 M dan air di sumur monitoring Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Pakusari, Jember.



Gambar 3.1 Desain sistem rancang bangun filter air skala laboratorium

Berdasarkan Gambar 3.1, sistem rancang bangun filter air skala laboratorium dibuat menggunakan bahan utama kaca. Ukuran yang dipakai untuk lebar dan panjang media filter sebesar 10 cm, sedangkan ukuran tinggi alat sebesar 60 cm. Media adsorben yang dipakai adalah arang aktif eceng gondok

dengan tinggi lapisan bahan sebesar 20 cm. Selain itu, digunakan juga bahan ijuk dengan tinggi lapisan bahan sebesar 20 cm dan spons sebesar 2cm, untuk menyaring partikel yang berukuran cukup besar dalam air seperti pasir, kerikil atau lumpur.

Tahapan pembuatan arang aktif dimulai dengan pengumpulan eceng gondok dengan mengambil dan membersihkan bagian batang dari eceng gondok. Proses karbonisasi dilakukan dalam *furnace* pada suhu karbonisasi 400°C dan 500°C selama 1 jam. Pada tahapan ini dihasilkan arang eceng gondok, kemudian arang eceng gondok diaktivasi menggunakan larutan NaOH 25% (b/v) yang kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer hot plate* dan disaring. Arang aktif kemudian dinetralkan menggunakan HCl 2 M dan aquades. Selanjutnya arang aktif dioven pada suhu 100°C selama 2 jam. Efektivitas arang aktif eceng gondok sebagai adsorben besi (Fe) pada penelitian ini ditentukan berdasarkan hasil yang diperoleh melalui pengujian menggunakan sistem rancang bangun filter air skala laboratorium. Selanjutnya, dilakukan serangkaian analisis terkait pengaruh suhu karbonisasi terhadap nilai fluks, pH, kadar besi (Fe) sebelum dan sesudah filtrasi untuk dapat ditarik kesimpulan.

3.2 Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental, sehingga data yang diperoleh melalui penelitian ini merupakan data primer. Data yang diperoleh dari hasil analisis efektivitas arang aktif eceng gondok dengan suhu karbonisasi 400°C dan 500°C untuk adsorben besi (Fe) pada sistem filter air adalah data kuantitatif. Data yang akan diperoleh pada penelitian ini berupa volume air dan waktu selama proses filtrasi. Data tersebut digunakan untuk memperoleh nilai fluks. Hasil filtrasi selanjutnya digunakan sebagai bahan uji (sampel) untuk dianalisis nilai pH menggunakan pH meter dan kadar besi (Fe) menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

3.3 Definisi Operasional Variabel dan Skala Pengukurannya

Variabel yang diukur dalam penelitian ini meliputi nilai fluks, pH, dan kadar besi (Fe) pada proses filtrasi menggunakan arang aktif eceng gondok pada sistem rancang bangun filter air skala laboratorium. Adapun variabel yang divariasikan dalam penelitian ini adalah suhu karbonisasi dari eceng gondok sebesar 400°C, dan 500°C. Skala pengukuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah skala rasio. Skala pengukuran rasio digunakan sebagai perbandingan hasil filtrasi bahan uji (sampel) untuk mengetahui pengaruh suhu karbonisasi arang aktif eceng gondok terhadap penurunan kadar besi (Fe) dalam sistem rancang bangun filter air skala laboratorium.

3.4 Kerangka Pemecahan Masalah

Kerangka pemecahan masalah dalam penelitian ini terbagi dalam beberapa tahapan penelitian. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dalam diagram alir seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram alir kerangka pemecahan masalah

3.4.1 Tahap Karbonisasi

Tahap awal pembuatan arang aktif eceng gondok dengan menyiapkan bahan baku batang eceng gondok yang telah dikeringkan di bawah sinar matahari selama satu hari untuk mengurangi kadar air yang ada pada permukaan eceng gondok, kemudian eceng gondok dipotong kecil-kecil lalu dioven selama 15 menit dengan suhu 150°C untuk mengurangi kadar air yang masih tersisa pada eceng gondok. Selanjutnya eceng gondok yang telah kering dihaluskan menggunakan blender hingga diperoleh eceng gondok dalam bentuk serbuk. Serbuk eceng gondok dimasukkan ke dalam cawan krusibel lalu dimasukkan ke dalam *furnace* untuk dilakukan proses pembakaran selama 1 jam. Proses pembakaran dilakukan pada suhu karbonisasi 400°C dan 500°C. Serbuk eceng gondok yang telah dikarbonisasi pada suhu 400°C dan 500°C kemudian dihaluskan menggunakan mortar. Serbuk yang telah dihaluskan kemudian diayak dengan menggunakan ayakan 200 mesh.

3.4.2 Tahap Aktivasi Arang

Proses aktivasi arang eceng gondok dilakukan setelah proses karbonisasi pada setiap suhu yang telah ditentukan sebelumnya. Aktivasi dilakukan dengan cara merendam arang ke dalam larutan NaOH 25% (b/v), dengan perbandingan antara arang eceng gondok dan NaOH adalah 1:3 (b/b). Setelah itu, arang tersebut dipanaskan dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer hot plate* pada suhu 80°C dengan kecepatan putaran 350 rpm selama 4 jam. Kemudian campuran arang tersebut disaring menggunakan alat *buchner funnel* yang dilapisi dengan kertas saring. Arang yang tertahan pada kertas saring kemudian dinetralkan menggunakan HCl 2 M, setelah itu dicuci menggunakan aquades hingga pH netral. Selanjutnya arang tersebut dikeringkan dengan oven pada suhu 100°C selama ± 2 jam. Berdasarkan hasil tersebut diperoleh:

1. Sampel A : arang aktif eceng gondok dengan suhu karbonisasi arang 400°C
2. Sampel B : arang aktif eceng gondok dengan suhu karbonisasi arang 500°C

Masing-masing dari sampel A dan sampel B diberlakukan pembuatan 3 sampel yang berbeda sebagai bahan pengulangan pada uji filtrasi.

3.4.3 Uji Filtrasi

Tahap selanjutnya setelah pembuatan arang aktif adalah uji filtrasi. Uji filtrasi dilakukan terhadap sistem rancang bangun filter air berbahan arang aktif eceng gondok yang dikombinasikan dengan ijuk dan spons filter yang berfungsi sebagai pengikat partikel yang berukuran besar dalam air seperti pasir, kerikil, atau lumpur, selain itu pada proses filtrasi memanfaatkan penggunaan satu set alat pompa air dengan kemampuan tekanan yang dihasilkan sebesar 2,961 atm. Proses filtrasi dilakukan pada alat sistem rancang bangun filter air dengan menganalisa kemampuan arang aktif sebagai adsorben besi (Fe) terhadap sampel air yang diuji, sebagaimana yang tertera pada Gambar 3.1. Hasil proses filtrasi ditampung dalam gelas ukur dan volumenya diukur setiap selang waktu 5 menit selama 1 jam. Pengukuran yang sama dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan menggunakan arang aktif eceng gondok yang berbeda untuk setiap suhu karbonisasi 400°C dan 500°C, sehingga sampel hasil filtrasi yang akan diperoleh diantaranya sampel A₁, A₂, A₃ yaitu air hasil filtrasi menggunakan arang aktif eceng gondok dengan suhu karbonisasi 400°C dan sampel B₁, B₂, B₃ yaitu air hasil filtrasi menggunakan arang aktif eceng gondok dengan suhu karbonisasi sebesar 500°C, sedangkan sampel C merupakan sampel air sebelum dilakukan proses filtrasi. Tahap berikutnya meliputi penentuan nilai fluks, pH, dan kadar besi (Fe). Nilai fluks diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.1. Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter, sedangkan kadar besi (Fe) sebelum dan setelah filtrasi diuji menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Penentuan persentase penurunan kadar besi (Fe) dapat ditentukan menggunakan persamaan 3.1.

$$R = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \times 100\% \quad (3.1)$$

keterangan:

R : penurunan kadar besi (Fe) (%)

C_{in} : Konsentrasi awal ion logam pada larutan (mg/l)

C_{out} : Konsentrasi akhir ion logam pada larutan (mg/l)

(Abuzar *et al.*, 2015)

3.5 Metode Analisis Data

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini yang meliputi nilai fluks, pH, serta kadar besi (Fe) sebelum dan sesudah filtrasi, selanjutnya dilakukan analisis untuk menentukan pengaruh suhu karbonisasi arang terhadap efektivitas arang aktif eceng gondok sebagai adsorben besi (Fe) pada sistem rancang bangun filter air. Penentuan suhu karbonisasi terbaik untuk melihat efektivitas arang aktif eceng gondok sebagai adsorben besi (Fe) ditinjau dari hasil nilai fluks terbesar, pH berada pada rentang 6,5-8,5 (berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010), serta persentase penurunan kadar besi (Fe) yang terbesar. Penentuan persentase penurunan kadar besi (Fe) dapat ditentukan menggunakan persamaan 3.1.

Analisis terhadap uji ANOVA dilakukan dengan menggunakan program Microsoft Excel untuk melihat pengaruh suhu karbonisasi pada arang aktif eceng gondok terhadap penurunan kadar besi (Fe) air sumur setelah dilakukan uji filtrasi menggunakan sistem rancang bangun filter air. Pengaruh suhu karbonisasi pada arang aktif eceng gondok terhadap penurunan kadar besi (Fe) air sumur dianalisis menggunakan *one-way* ANOVA. Hipotesa yang dipakai pada pengaruh suhu karbonisasi pada arang aktif eceng gondok terhadap penurunan kadar besi (Fe) air sumur adalah H_0 (hipotesa nol) dan H_a (hipotesa alternatif), H_0 (hipotesa nol) menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh suhu karbonisasi pada arang aktif eceng gondok terhadap penurunan kadar besi (Fe) air sumur, sedangkan H_a (hipotesa alternatif) menunjukkan terdapat pengaruh suhu karbonisasi pada arang aktif eceng gondok terhadap penurunan kadar besi (Fe) air sumur. Kesimpulan hipotesa didasarkan pada dua criteria pengujian yaitu H_0 ditolak jika $P_{value} < 0,05$, dan jika $P_{value} > 0,05$ maka H_0 diterima. Uji ANOVA hanya memberikan indikasi ada tidaknya pengaruh suhu karbonisasi pada arang aktif eceng gondok terhadap penurunan kadar besi (Fe) air sumur.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa nilai fluks yang dihasilkan pada pengujian selama 1 jam menunjukkan bahwa nilai fluks pada pengujian arang aktif eceng gondok dengan suhu karbonisasi 500°C lebih besar dibandingkan dengan nilai fluks yang dihasilkan pada pengujian arang aktif eceng gondok suhu karbonisasi 400°C. Suhu karbonisasi pada arang aktif eceng gondok sebagai media filtrasi tidak mempengaruhi terjadinya perubahan pada nilai pH air uji baik sebelum dilakukan uji filtrasi maupun setelah dilakukan uji filtrasi pada rancang bangun filter air yaitu sebesar 7,5. Nilai pH air uji masih berada pada kategori diperbolehkan untuk digunakan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 yaitu pH berada pada rentang 6,5-8,5. Penggunaan arang aktif eceng gondok dengan suhu karbonisasi 400°C dan 500°C sebagai media filtrasi mempengaruhi penurunan kadar besi (Fe) pada air uji sebelum dilakukan filtrasi, dimana air uji yang telah melalui proses filtrasi mengalami penurunan kadar besi (Fe) sehingga penggunaan arang aktif eceng gondok efektif digunakan dalam mengurangi kadar besi (Fe) dalam air. Hasil yang diperoleh menunjukkan arang aktif eceng gondok dengan suhu karbonisasi 500°C mampu mengurangi kadar besi (Fe) dalam air uji lebih baik dibandingkan arang aktif eceng gondok dengan suhu karbonisasi 400°C. Presentase penurunan kadar besi (Fe) pada air uji menunjukkan penggunaan arang aktif eceng gondok dengan suhu karbonisasi 500°C lebih efektif digunakan sebagai media adsorben pada rancang bangun filter air, dimana penggunaan arang aktif eceng gondok dengan suhu karbonisasi 500°C mampu mengurangi kadar besi (Fe) dalam air uji mencapai 98,09%.

5.2 Saran

Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan lama proses filtrasi lebih dari 60 menit untuk menentukan laju aliran yang konstan atau keadaan tunaknya. Hal ini diperlukan untuk menentukan kondisi batas optimum bahan dalam melakukan proses filtrasi. Untuk mendukung kemampuan daya serap arang aktif sebagai adsorben logam berat perlu dilakukan uji *BET surface area analyzer* untuk menentukan luas permukaan dan distribusi pori dari arang aktif yang dijadikan media filtrasi.



DAFTAR PUSTAKA

- Abuzar, S. S., T. Edwin, dan U. L. S. Hasibuan. 2015. Kemampuan Batu Apung sebagai Adsorben Penyisihan Logam Besi (Fe) Air Tanah. *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND*. 12(1):1-9.
- Anggriana, D. 2011. Analisis Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Air Sumur di Kawasan PT. Kima dengan Metode Spektrofotometri serapan Atom (SSA). *Skripsi*. Makassar: Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Anindyawati, T. 2010. Potensi Selulase dalam Mendegradasi Lignoselulosa Limbah Pertanian untuk Pupuk Organik. *Berita Selulosa* 45(2): 70-77.
- Davies, R. M. dan O. A. Davies. 2013. Physical and Combustion Characteristic of Briquettes Made from Water Hyacinth and Phytoplankton Scum as Binder. *Journal of Combustion* 2013:1-7.
- Dirga, R. H. P. 2012. Ekstraksi Serat Selulosa dari Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dengan Varian Pelarut. *Skripsi*. Depok: Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia .
- Fauziah, I. K. 2017. Uji Kinerja Membran Nilon pada Proses Ultrafiltrasi Penjernihan Nira Tebu. *Skripsi*. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Fitri, N. 2017. Pembuatan Briket dari Campuran Kulit Kopi (*Coffea arabica*) dan Serbuk Gergaji dengan Menggunakan Getah Pinus (*Pinus merkusii*) sebagai Perikat. *Skripsi*. Makassar: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alaudin Makassar.
- Ghaffour, N., T. Khir dan J. L. Jonsson. 2002. Modeling the Steady State Flux of Oil/Water and Suspended Solids Separation by Cross-flow Ultrafiltration. *The 6th Saudi Engineering Conference, KFUPM* 12(2): 267-278.
- Gloria, C. R., R. Rahmila, dan I. Syauqiah. 2016. Adsorpsi Logam Berat Fe²⁺ dalam Larutan Menggunakan Karbon Aktif dari Eceng Gondok. *Prosiding Seminar Nasional Industri Kimia dan Sumber Daya Alam*. 27 Agustus 2016. Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat:87-92.
- Hane, A. R. 2018. Validasi Metode Analisis dan Penetapan Kadar Timbal (Pb) dalam Air Sungai Gajah Wong Yogyakarta dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.

- Hendra, D. 2011. Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) untuk Bahan Baku Briket sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 29(2):189-210.
- Ihsanto, E. dan S. Hidayat. 2014. Rancang Bangun Sistem Pengukuran pH Meter dengan Menggunakan Mikrokontroller Arduino Uno. *Jurnal Teknologi Elektro*. 5(3):130-137.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2010. *Status Lingkungan Hidup Indonesia 2010*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Kurniati, E. dan Suprihatin. 2009. Kinetika Pembakaran Briket Arang Eceng Gondok. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik*. 9(1): 70-77.
- Kusumaningtyas, R. 2019. Karakterisasi FTIR dan SEM-EDX Arang Aktif Eceng Gondok Berdasarkan Variasi Suhu Karbonisasi. *Skripsi*. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Lempang, M. 2014. Pembuatan dan Kegunaan Arang Aktif. *Info Teknis EBONI*. 11(2): 65-80.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2010. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010. Jakarta: Menteri Kesehatan Republik Indonesia.
- Mifbakhuddin. 2010. Pengaruh Ketebalan Karbon Aktif sebagai Media Filter terhadap Penurunan Kesadahan Air Sumur Artetis. *Jurnal Eksplanasi*. 5(2):1-11.
- Naufala, W. A. dan E. S. Pandebesie. 2015. Hidrolisis Eceng Gondok dan Sekam Padi untuk Menghasilkan Gula Reduksi sebagai Tahap Awal Produksi Bioetanol. *Jurnal Teknik ITS*. 4(2):B-109-B-114.
- Purwonugroho, N. 2013. Keefektifan Kombinasi Media Filter Zeolit dan Karbon Aktif dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada Air Sumur. *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Rachmawati, Z. 2019. Analisis Struktur Kristal, Ukuran Kristal, Kristalinitas, dan Daya Serap Iodin pada Arang Aktif Eceng Gondok Berdasarkan Variasi Suhu Karbonisasi. *Skripsi*. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

- Rumidatul, A. 2006. Efektivitas Arang Aktif sebagai Adsorben pada Pengolahan Air Limbah. *Tesis*. Bogor: Program Studi Ilmu Pengetahuan Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Said, K. A. M., G. G. George, N. A. M. Allpah dan N. Z. Ismail, R. L. Jama'in. 2017. Effect of Activated Carbon in PSF-PEI-Ag Symmetric Membrane. *MATEC Web of Conferences*.87: 1-7.
- Sangkota, V. D. A., Supriyadi dan I.Said. 2017. Pengaruh Aktivasi Kimia Arang Tanam Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) terhadap Adsorpsi Logam Timbal (Pb). *J. Akad. Kim.* 6(1): 48-54.
- Setyawan, H. 2012. Kajian Fluks dan Sifat Mekanik Membran Selulosa Asetat yang di Dadah Titanium Dioksida. *Skripsi*. Bogor: Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- Sihotang, T. Y. 2014. Kajian Membran Nilon pada Proses Filtrasi Bertahap Sistem *Cros-Flow* untuk Desalinasi Air Payau. *Skripsi*. Bogor: Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- Syahputra, A., Sugianto dan R. Syech. 2015. Rancang Bangun Alat Penjernih Air yang Tercemar Logam Berat Fe, Cu, Zn dalam Skala Laboratorium. *JOM FMIPA* 2(1): 86-92.
- World Health Organization. 2003. *pH in Drinking-water*. Geneva: World Health Organization

LAMPIRAN

4.1 Proses pembuatan arang eceng gondok



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)



(i)

Keterangan : (a) Eceng gondok, (b) Eceng gondok bagian batang diberihkan dengan air, (c) Eceng gondok dijemur di bawah sinar matahari selama 1 hari, (d) Eceng gondok dipotong kecil-kecil, (e) Eceng gondok dioven pada suhu 150°C, (f) Eceng gondok kering, (g) Eceng gondok kering dihaluskan menggunakan blender, (h) Serbuk eceng gondok dimasukkan pada cawan krusibel, (i) Serbuk eceng gondok dikarbonisasi menggunakan furnace dengan suhu karbonisasi 400°C dan 500°C.



(j)



(k)



(l)



(m)



(n)

Keterangan : (j) Serbuk eceng gondok menjadi arang dengan suhu 400°C , (k) Serbuk eceng gondok menjadi arang dengan variasi suhu 500°C , (l) Arang eceng gondok dihaluskan menggunakan mortar, (m) Arang eceng gondok diayak menggunakan ayakan 200 mesh, (n) Arang eceng gondok dengan ukuran 200 mesh.

4.2 Proses aktivasi arang eceng gondok



(a)



(b)



(c)

Keterangan : (a) Rendaman arang eceng gondok dengan NaOH 25% (b/v) dengan perbandingan 1:3 (b/b) direndam selama 24 jam, (b) Rendaman arang eceng gondok distirrer dengan kecepatan 350 rpm pada suhu 80°C selama 4 jam, (c) Rendaman arang disaring dengan *Buchner funnel* yang dilapisi kertas saring.



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)

Keterangan : (d) Arang dinetralkan dengan HCl 2M dan dicuci dengan aquades, (e) Pengukuran pH dengan pH meter, (f) Hasil penyaringan arang setelah aktivasi, (g) Arang hasil aktivasi dioven pada suhu 100°C selama 2 jam, (h) Sampel arang aktif eceng gondok.

4.3 Proses filtrasi



(a)



(b)



(c)

Keterangan : (a) Uji filtrasi pada sampel A₁, (b) Uji filtrasi pada sampel A₂, (c) Uji filtrasi pada sampel A₃,



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)



(i)



(j)

Keterangan : (d) Uji filtrasi pada sampel B₁, (e) Uji filtrasi pada sampel B₂, (f) Uji filtrasi pada sampel B₃, (g) Hasil sebelum dan setelah uji filtrasi (h) Uji nilai pH pada sampel sebelum dilakukan filtrasi, (i) Uji nilai pH pada sampel A, (j) Uji nilai pH pada sampel B.

4.4 Pengukuran fluks terhadap waktu selang 5 menit selama 1 jam proses filtrasi

Sampel	t (menit)	V filtrasi (l)	A (m ²)	J (l/m ² .jam)
A1	5	0,40	0,10	48,00
	10	0,68	0,10	40,50
	15	0,95	0,10	38,00
	20	1,15	0,10	34,50
	25	1,35	0,10	32,40
	30	1,55	0,10	31,00
	35	1,73	0,10	29,57
	40	1,90	0,10	28,50
	45	2,08	0,10	27,67
	50	2,23	0,10	26,70
	55	2,38	0,10	25,91
	60	2,53	0,10	25,25
A2	5	0,40	0,10	48,00
	10	0,68	0,10	40,50
	15	0,93	0,10	37,00
	20	1,18	0,10	35,25
	25	1,38	0,10	33,00
	30	1,55	0,10	31,00
	35	1,73	0,10	29,57
	40	1,90	0,10	28,50
	45	2,05	0,10	27,33
	50	2,18	0,10	26,10
	55	2,33	0,10	25,36
	60	2,45	0,10	24,50
A3	5	0,30	0,10	36,00
	10	0,50	0,10	30,00
	15	0,68	0,10	27,00
	20	0,90	0,10	27,00
	25	1,13	0,10	27,00
	30	1,35	0,10	27,00
	35	1,55	0,10	26,57
	40	1,73	0,10	25,88
	45	1,93	0,10	25,67
	50	2,10	0,10	25,20
	55	2,28	0,10	24,82
	60	2,45	0,10	24,50

Sampel	t (menit)	V filtrasi (l)	A (m ²)	J (l/m ² .jam)
B1	5	0,68	0,10	81,00
	10	1,13	0,10	67,50
	15	1,58	0,10	63,00
	20	1,98	0,10	59,25
	25	2,40	0,10	57,60
	30	2,75	0,10	55,00
	35	3,10	0,10	53,14
	40	3,40	0,10	51,00
	45	3,75	0,10	50,00
	50	4,00	0,10	48,00
	55	4,28	0,10	46,64
	60	4,48	0,10	44,75
B2	5	0,75	0,10	90,00
	10	1,23	0,10	73,50
	15	1,65	0,10	66,00
	20	2,00	0,10	60,00
	25	2,43	0,10	58,20
	30	2,78	0,10	55,50
	35	3,13	0,10	53,57
	40	3,43	0,10	51,38
	45	3,78	0,10	50,33
	50	4,03	0,10	48,30
	55	4,30	0,10	46,91
	60	4,50	0,10	45,00
B3	5	0,65	0,10	78,00
	10	1,13	0,10	67,50
	15	1,55	0,10	62,00
	20	1,93	0,10	57,75
	25	2,33	0,10	55,80
	30	2,70	0,10	54,00
	35	3,03	0,10	51,86
	40	3,33	0,10	49,88
	45	3,58	0,10	47,67
	50	3,90	0,10	46,80
	55	4,18	0,10	45,55
	60	4,45	0,10	44,50

Keterangan:

t = Waktu (menit)

V = Volume hasil filtrasi (l)

A = Luas permukaan media filtrasi (m²)

J = Nilai Fluks (l/m² jam)

4.5 Hasil uji pH

Sampel	Pengulangan	pH		($\bar{pH} \pm \Delta pH$)
		Sebelum Filtrasi	Setelah Filtrasi	
A	A1	7,5	7,5	(7,5 ± 0,0)
	A2	7,5	7,5	
	A3	7,5	7,5	
B	B1	7,5	7,5	(7,5 ± 0,0)
	B2	7,5	7,5	
	B3	7,5	7,5	

Keterangan:

\bar{pH} = Ratarata nilai Ph air uji

ΔpH = Error nilai pH

4.6. Hasil pengukuran kadar besi (Fe)

Nomor Analisis : 093/LA/CDAST/2019

Parameter Uji : Kandungan Unsur Fe

Metode Uji : Flame Photometry – AAS

Bentuk Sampel : Cair

Unsur Fe

No	Sampel	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Faktor Pengenceran	Konsentrasi × FP (ppm)	Volume Sampel (ml)	Konsentrasi Fe (mg/l)
1	C	0,0350	1,2952	10	12,952	75	16,95
2	A1	0,0434	1,6228	1	1,6228	75	1,84
3	A2	0,0396	1,4736	1	1,4736	75	1,64
4	A3	0,0394	1,4658	1	1,4658	75	1,63
5	B1	0,0245	0,8883	1	0,8883	75	0,86
6	B2	0,0100	0,3263	1	0,3263	75	0,11
7	B3	0,0075	0,2313	1	0,2313	75	0,00

4.7 Persentase penurunan kadar besi (Fe)

Sampel	Pengulangan	Konsentrasi Fe		R (%)
		Sebelum Filtrasi	Setelah Filtrasi	
A	A1		1,84	89,14
	A2	16,95	1,64	90,32
	A3		1,63	90,38
B	B1		0,86	94,93
	B2	16,95	0,11	99,35
	B3		0,00	100

Keterangan:

R = Persentase penurunan konsentrasi Fe (%)

4.8 Hasil uji *one-way* ANOVA

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
A	3	5.11	1.703333	0.014033
B	3	0.97	0.323333	0.219033

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
SAMPEL	2.8566	1	2.8566	24.51316	0.007755	7.708647
ERROR	0.466133	4	0.116533			
Total	3.322733	5				