

**PEMANFAATAN AMPAS KOPI SEBAGAI BIOSORBEN
PENYERAP BESI (Fe)**

TUGAS AKHIR

SATRIO BUDI YANTO

NIM. 160702037

Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry



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

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN AMPAS KOPI SEBAGAI BIOSORBEN PENYERAP
BESI (Fe)**

TUGAS AKHIR

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

Oleh

SATRIO BUDI YANTO

NIM. 160702037

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

Disetujui Oleh;

Pembimbing,

Dr. Abdullah Mujahid Hamdan, M.Sc.
NIDN. 2013128001

**PEMANFAATAN AMPAS KOPI SEBAGAI BIOSORBEN
PENYERAP BESI (Fe)**

TUGAS AKHIR

Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Rabu, 20 Januari 2021
7 Jumadil Akhir 1442

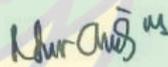
Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



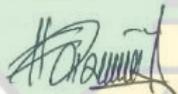
Dr. Abdullah Mujahid Hamdan, M.Sc.
NIDN. 2013128901

Sekretaris,



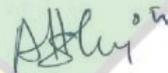
Dr. Eng. Nur Aida, M.Si.
NIDN. 2016067801

Penguji I,



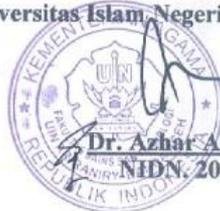
Rizna Rahmi, M.Sc.
NIDN. 2024108402

Penguji II,



Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.
NIDN. 2002028301

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




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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Satrio Budi Yanto
NIM : 160702037
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Pemanfaatan Ampas Kopi Sebagai Biosorben Penyerap Besi (Fe)

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan *plagiarisme* terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

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

Banda Aceh, 20 Januari 2021
Yang menyatakan,

A 6000 Rupiah postage stamp with a signature over it. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'METERAI TEMPEL', '6000', and 'ENAM RIBU RUPIAH'. The signature is in blue ink.

Satrio Budi Yanto

ABSTRAK

Nama : Satrio Budi Yanto
NIM : 160702037
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Pemanfaatan Ampas Kopi Sebagai Biosorben Penyerap Besi (Fe)
Tanggal Sidang : 20 Januari 2021
Halaman Skripsi : 54
Pembimbing : Dr. Abdullah Mujahid Hamdan M.Sc.
Kata Kunci : Ampas kopi, arang aktif, adsorpsi, efektifitas, besi (Fe).

Konsentrasi besi (Fe) di dalam air yang melebihi batas akan menyebabkan berbagai masalah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji karakteristik arang aktif ampas kopi, efektivitasnya serta pengaruh waktu dan kecepatan putaran terhadap adsorpsi Fe. Arang aktif diaktivasi dengan HCl 0,1 M. Analisa kualitas arang aktif berdasarkan dilakukan dengan pengujian rendemen, kadar air dan kadar abu, analisis morfologi dan analisis *spektrofotometer fourier transform infrared* (FTIR). Analisis (*atomic absorption spectrometry*) AAS digunakan untuk menghitung kuantitas Fe di dalam air. Hasil arang aktif ampas kopi memiliki rendemen sebesar 0,310 %, kadar air sebesar 0,040 % dan kadar abu sebesar 0,053 %. Efektivitas adsorpsi Fe paling optimal terjadi pada kecepatan 200 rpm dengan waktu 45 menit hasil adsorpsi sebesar 99,997%. Dari hasil variasi waktu dan kecepatan putaran yang digunakan didapatkan waktu penyerapan paling optimal 45 menit dengan kecepatan putaran 200 rpm. Selanjutnya, hasil uji regresi linier memiliki nilai signifikansi sebesar 0.099 lebih besar dari > probabilitas 0,05, disimpulkan bahwa tidak ada pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi Fe menggunakan arang aktif ampas kopi. Hasil uji regresi linier memiliki nilai signifikansi sebesar 0.382 lebih besar dari > probabilitas 0,05, disimpulkan bahwa tidak ada pengaruh kecepatan putaran terhadap adsorpsi Fe menggunakan arang aktif ampas kopi. Hasil ini menunjukkan bahwa arang aktif ampas kopi dapat digunakan untuk penyerapan Fe dari dalam limbah cair atau dalam pengolahan air bersih.

KATA PENGANTAR

Rasa syukur penulis kepada tuhan yang maha esa, yang telah memberikan rahmat, hidayah, serta kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir pada mata kuliah tugas akhir. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Dengan hasil orientasi penulis dan bimbingan dari berbagai pihak, penulis mengambil judul yaitu: “**Pemanfaatan Ampas Kopi Sebagai Biosorben Penyerap Besi (Fe)**”.

Banyak bantuan dan arahan yang penulis dapatkan dalam pelaksanaan tugas akhir ini penulis menerima banyak sekali bantuan, dukungan, kritik, saran dan doa, sehingga Tugas Akhir ini berhasil diselesaikan. Oleh sebab itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih atas bimbingan yang penulis dapatkan dari berbagai belah pihak, terkhususnya kepada:

1. Dr. Azhar Amsal, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
2. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si, selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan.
3. Ibu Yeggi Darnas M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan.
4. Ibu Eriawati, S.Pd., M.Pd, selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan terdahulu
5. Bapak Fathul Mahdariza, M.Sc, dan Bapak Teuku Muhammad Ashari S.T., M.Sc, selaku Dosen Pembimbing Akademik atas segala arahan dan bimbingannya.
6. Dr. Abdullah Mujahid Hamdan M.Sc, selaku Dosen Pembimbing yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu serta solusi pada setiap permasalahan dan kesulitan dalam penulisan Tugas Akhir.
7. Bapak Teuku Muhammad Ashari S.T., M.Sc, dan Ibu Rizna Rahmi M.Sc selaku penguji seminar proposal dan sidang akhir atas segala arahan dan masukannya.
8. Bapak-bapak dan ibu- ibu dosen di Program Studi Teknik Lingkungan Uin Ar-Raniry yang telah memberikan pengetahuan yang sangat bermanfaat selama masa perkuliahan.
9. Ibu Idariani yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.

10. Ibu Nurul Huda S.Pd yang sudah banyak membantu dalam proses penelitian dan administrasi.
11. Seluruh staf/karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Uin Ar-Raniry yang telah memberikan banyak bantuan.

Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi orang banyak. Penulis sadar bahwa tugas akhir ini tidak luput dari kesalahan. Oleh sebab itu penulis menerima saran dan kritikan yang membangun untuk penyempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata saya sebagai penulis sampaikan terimakasih.

Banda Aceh, 20 Januari 2021
Penulis,



Satrio Budi Yanto



HALAMAN PERSEMBAHAN

Pertama-tama puji syukur saya panjatkan pada Allah SWT atas terselesaikannya Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar. Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua, meby, yoga dan yogi yang telah memberikan motivasi, dukungan serta doa selama proses pembuatan Tugas Akhir.
2. Fenna Fahyra yang telah banyak membantu support selama proses penulisan Tugas Akhir.
3. Partner begadang Andre, Teuku, Ary, Ricki, Kibo, Kaisar, Fonso, Wandu, dan Mirza yang sudah sangat berjasa atas bantuan dalam pengerjaan Tugas Akhir.
4. Seluruh teman-teman angkatan 2016 yang telah mengisi hari-hari penuh dengan warna-warni selama perjuangan perkuliahan ini.
5. Senior dari angkatan 2015 dan 2014 yang telah membantu memberikan arahan dan bantuan dalam penulisan Tugas Akhir.
6. Semua pihak yang telah memberikan bantuan, yang tidak dapat disebut namanya satu persatu.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Penelitian.....	4
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Limbah Besi (Fe) dan Bahayanya Terhadap Lingkungan.....	5
2.2 Arang Aktif	6
2.3 Ampas Kopi	8
2.4 Adsorpsi	9
2.5 Kinetika Adsorpsi.....	10
2.6 (<i>Atomic Absorption Spectrometry</i>) AAS.....	10
BAB III : METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1 Tahapan Penelitian.....	11
3.2 Waktu Tempat Penelitian.....	11
3.2.1 Waktu.....	11
3.2.2 Tempat Penelitian	11

3.3 Tahap Pembuatan Arang Aktif Ampas Kopi.....	12
3.3.1 Bahan	12
3.3.2 Aktivasi Arang Aktif.....	12
3.3.3 Analisis Kualitas Arang Aktif.....	14
3.3.2.1 Rendemen.....	15
3.3.2.2 Kadar Air	15
3.3.2.3 Kadar Abu	15
3.3.5 Analisis Mikroskop.....	16
3.4.5 Analisis <i>Spektrofotometer Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....	17
3.4 Pembuatan Larutan Standar Fe	17
3.5 Eksperimen Adsorpsi Fe	18
3.6 Analisis (<i>Atomic Absorption Spectrometry</i>) AAS	19
3.7 Analisis Statistik SPSS	20
3.8 Analisis Kinetika Adsorpsi	20
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Hasil.....	22
4.1.1 Karakteristik Arang Aktif	22
4.1.2 Adsorpsi Arang Aktif Terhadap Fe	24
4.1.3 Hasil Analisis Statistik SPSS	27
4.1.4 Hasil Analisa Kinetika Adsorpsi.....	28
4.2 Pembahasan.....	29
BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram alir tahapan penelitian	11
Gambar 3.2 Peneliti mengeringkan ampas kopi pada oven	12
Gambar 3.3 Ampas kopi direndam HCl 0,1 M di dalam gelas kimia dengan ukuran 1000 ml	13
Gambar 3.4 Ampas kopi ditiriskan menggunakan kertas saring.....	13
Gambar 3.5 Ampas kopi di oven 105°C selama 2 jam	14
Gambar 3.6 Peneliti memasukkan ampas kopi ke dalam <i>muffle furnace</i> suhu 350°C selama 3,5 jam.....	14
Gambar 3.7 Peneliti melakukan pengujian dengan mikroskop a) pembesaran 40× dan b) pembesaran 100×.....	16
Gambar 3.8 Arang aktif di ayakan dengan ukuran 40 mesh.....	17
Gambar 3.9 Pembuatan larutan standar Fe di dalam labu ukur ukuran 1000 ml	18
Gambar 3.10 Alat AAS A.Kriiss <i>Optronic</i>	20
Gambar 4.1 Hasil analisis FTIR grafik menunjukkan perubahan panjang gelombang terhadap transmisi, dengan garis biru (---) adalah untuk sebelum digunakan sebagai adsorben, sedangkan garis oranye (---) setelah digunakan untuk proses adsorben sesudah....	23
Gambar 4.2 Pori arang aktif yang diperoleh dari pengamatan mikroskop ditunjukkan dengan lingkaran berwarna merah a) pembesaran 40× dan b) pembesaran 100×.....	24
Gambar 4.3 Grafik massa Fe terhadap waktu kontak 15, 30, 45, 60 dan 75 menit dengan kecepatan pengadukan 200, 300 dan 400 rpm	27
Gambar 4.4 Grafik efektivitas adsorpsi Fe terhadap waktu kontak 15, 30, 45, 60 dan 75 menit dengan kecepatan pengadukan 200, 300 dan 400 rpm.....	27
Gambar 4.5 Struktur molekul selulosa. Disalin dalam bentuk <i>file</i> tangkapan layar (<i>screenshot</i>) dari (Nabil dkk., 2018).....	31
Gambar 4.6 Grafik Persamaan Langmuir memiliki nilai yang menanjak dengan kecepatan pengadukan 200, 300 dan 400 rpm dengan waktu kontak setiap 15 menit.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Efektivitas adsorpsi arang aktif.....	7
Tabel 3.1 Bahan pembuatan arang aktif ampas kopi	12
Tabel 3.2 Karakteristik arang aktif.....	16
Tabel 3.3 Alat dan bahan eksperimen penyerap Fe	18
Tabel 4.1 Hasil analisa karakteristik arang aktif.....	22
Tabel 4.2 Hasil analisa gugus fungsi berdasarkan FTIR.....	23
Tabel 4.3 Hasil analisa uji awal larutan standar besi (Fe).....	25
Tabel 4.4 Hasil adsorpsi Fe dengan variabel kecepatan pengadukan, waktu kontak, hasil uji Laboratorium. Baris berwarna biru menunjukkan efektivitas penyerapan paling optimal, dengan waktu kontak 45 menit dan kecepatan pengadukan 200 rpm.	25
Tabel 4.5 Persamaan Langmuir menunjukkan adanya nilai K pada kecepatan pengadukan 200, 300 dan 400 rpm dengan waktu kontak setiap 15 menit.....	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Dokumentasi Tahapan Persiapan dan Preparasi Sampel.....	43
Lampiran 2	Hasil Data Penelitian	46
Lampiran 3	Hasil Analisis Regresi Linier Sederhana	51



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Buangan industri yang mengandung logam berat berbahaya bagi tumbuhan, lingkungan dan juga manusia. Di sisi lain industri berpotensi merusak lingkungan dan juga kelangsungan hidup manusia apabila pengelolaannya tidak dilakukan dengan baik (Narasiang, 2015). Pada Undang Undang No. 23 Tahun 1997. Menjelaskan pencemaran lingkungan hidup diartikan sebagai masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam lingkungan oleh kegiatan manusia, sehingga mengakibatkan kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu dan menyebabkan lingkungan tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya (Said, 2018). Salah satu logam berat yang membahayakan bagi lingkungan adalah besi (Fe).

Kandungan besi dapat berasal dari industri, dapat berasal dari air dan dapat berasal dari batuan yang mengandung senyawa Fe, seperti *pyrit* (Firmansyah, 2013). Pada buangan limbah industri kandungan besi diakibatkan pada korosi pipa-pipa air mineral logam sebagai hasil elektrokimia mempunyai sifat menghantarkan listrik dan mempercepat terjadinya korosi (Fathrizki, 2018). Konsentrasi besi yang terlalu banyak di perairan yang melebihi ambang batas dapat menyebabkan berbagai masalah seperti gangguan fisik dan endapan korosif. Limbah hasil industri mengandung Fe bukan hanya membahayakan tumbuhan tetapi juga dapat membahayakan hewan dan manusia. Hal ini diakibatkan oleh bahayanya sifat dari logam berat yang sulit didegradasi, mengakibatkan mudah terakumulasi di lingkungan perairan dan secara alami sangat sulit dihilangkan (Supriyantini, 2015). Penyakit kulit dan iritasi pada mata disebabkan oleh kadar besi yang lebih besar dari 1 mg/l, pada perairan bau disebabkan oleh kadar besi yang melebihi 10 mg/l. Debu Fe yang terhirup dapat menyebabkan berkurangnya fungsi paru-paru. Besi (Fe) perlu direduksi dengan menggunakan berbagai teknik. Salah satunya adalah metoda adsorpsi. Berbagai media adsorpsi telah diusulkan, diantaranya adalah arang aktif (Febrina, 2015).

Arang aktif dapat dibuat dari bahan yang mengandung karbon yang dihasilkan dari padatan berpori dan dipanaskan pada suhu yang tinggi. Semakin luas permukaan arang aktif maka daya adsorpsi nya semakin tinggi (Limantara, 2019). Bahan alami dapat digunakan untuk pembuatan arang aktif dengan cara dipanaskan pada suhu tinggi. Salah satu biomassa yang telah di investigasi kemampuannya sebagai adsorpsi adalah ampas kopi (Limantara, 2019). Ampas kopi dapat ditemukan di warung kopi dengan mudah dan gratis, khususnya di Provinsi Aceh. Ampas kopi dapat dibuat menjadi arang aktif sebagai adsorpsi atau bahan penyerap melalui proses aktivasi. Aktivasi merupakan proses yang digunakan untuk menghilangkan hidrokarbon yang terdapat pada arang, sehingga dapat meningkatkan porositas karbon. Aktivasi arang aktif dapat dilakukan melalui proses aktivasi secara kimia dan fisika (Jamilatun, 2014).

Berdasarkan beberapa literatur, arang aktif ampas kopi dapat digunakan sebagai adsorben kadmium (Cd) pada air sumur (Baryatik, 2019). Ampas kopi juga dapat digunakan sebagai material alternatif pada produk interior (Limantara, 2019). Ampas kopi dapat dibuat menjadi arang aktif dan digunakan sebagai optimasi penurunan nilai *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) limbah cair industri tapioka (Suyata, 2010). Selanjutnya, arang aktif dari ampas kopi dapat dibuat sebagai adsorben logam tembaga (Cu) terlarut dalam skala laboratorium (Samosir, 2019). Penelitian (Baryatik, 2019) tentang pemanfaatan arang aktif ampas kopi sebagai adsorben logam kromium (Cr) pada limbah cair batik. Ada juga penelitian dari (Aman, 2018) tentang penyerapan limbah cair amonia menggunakan arang aktif ampas kopi. Kemudian ada juga penelitian dari (Sartika, 2019) tentang penurunan kadar COD, BOD dan nitrit limbah pabrik tahu menggunakan karbon aktif ampas bubuk kopi. Pada penelitian oleh (Siswarni, 2017) tentang pembuatan biosorben dari biji pepaya (*Carica papaya* L) untuk penyerapan zat warna.

1.2. Rumusan Masalah

Ampas kopi telah digunakan dalam mereduksi Cd, BOD, COD, TSS, Cu, Nitrit, Cr dan limbah cair amonia namun, belum ada studi terkait potensinya dalam mereduksi Fe dengan waktu dan kecepatan putaran, maka pertanyaan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik arang aktif ampas kopi ditinjau dari rendemen, kadar air, kadar abu, gugus fungsi dan morfologi?
2. Bagaimana efektifitas arang aktif ampas kopi terhadap adsorpsi Fe di dalam larutan?
3. Bagaimana pengaruh waktu dan kecepatan putaran terhadap efektivitas adsorpsi Fe di dalam larutan?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dalam rumusan masalah diatas adalah sebagai berikut:

1. Untuk menguji karakteristik arang aktif ampas kopi ditinjau dari rendemen, kadar air, kadar abu, gugus fungsi dan morfologi.
2. Untuk menguji efektivitas arang aktif ampas kopi terhadap adsorpsi Fe di dalam larutan.
3. Untuk menguji pengaruh waktu dan kecepatan putaran terhadap efektivitas adsorpsi Fe di dalam larutan.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti, hasil dari penelitian dapat menjadi acuan dalam pengembangan biosorben yang dapat digunakan untuk adsorpsi Fe.
2. Bagi masyarakat, penelitian ini dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang manfaat ampas kopi dalam adsorpsi Fe.
3. Bagi pemerintah, penelitian ini dapat memberikan referensi terkait penggunaan bahan alami dari ampas kopi dalam mereduksi Fe di dalam air. Sehingga, dapat diimplementasikan pada level kebijakan publik.

1.5. Batasan Penelitian

Kinetika adsorpsi Fe dipengaruhi oleh parameter suhu, waktu, pH, kecepatan pengadukan dan massa adsorben, namun dalam penelitian ini hanya menguji pengaruh waktu dan kecepatan putaran terhadap efektivitas adsorpsi Fe arang aktif ampas kopi di dalam larutan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Limbah Besi (Fe) dan Bahayanya Terhadap Lingkungan

Kemajuan teknologi menyebabkan pemakaian unsur besi semakin berkembang, banyak logam besi dimanfaatkan di dunia industri seperti tiang listrik, kerangka bangunan, jembatan, rumah dan lainnya. Sedangkan di rumah tangga, biasa dimanfaatkan untuk keperluan pembuatan dapur dan lainnya. Logam besi (Fe) merupakan logam yang dibutuhkan oleh semua organisme hidup, akan tetapi dalam jumlah tertentu, dikarenakan jika berlebihan dapat menimbulkan efek racun pada tubuh seperti muntah, kerusakan usus, penuaan dini, radang sendi, gusi berdarah, kanker, ginjal, mudah lelah, insomnia, diare (Supriyantini, 2015).

Zat besi yang terdapat pada tubuh memiliki fungsi yang sangat penting dalam membentuk hemoglobin (Hb). Zat besi yang berada pada tubuh memiliki fungsi sebagai penyimpan, pengangkut dan pemanfaatan oksigen yang memiliki bentuk Hb, *cytochrom* atau *myoglobin*. Jumlah konsumsi makanan yang diperoleh oleh tubuh sangat berpengaruh untuk kebutuhan zat besi. Zat besi memiliki sifat tidak dapat diproduksi oleh tubuh, sehingga kita harus mengonsumsi makanan yang cukup. Zat besi dapat keluar dari tubuh dengan beberapa cara yaitu melalui keringat, air seni, feses, dan menstruasi (Qamariah, 2018). Besi yang terdapat pada tubuh manusia tidak dapat diekskresikan, karenanya yang sering transfusi darah warna kulitnya menjadi hitam karena terakumulasi Fe. Air minum yang mengandung Fe biasanya dapat menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Pada tubuh jika memiliki besi (Fe) yang terlalu besar dapat merusak dinding usus dan bahkan dapat menyebabkan kematian.

Besi murni adalah logam berwarna putih perak, besi meleleh pada suhu 1.535°C, biasanya besi mengandung sejumlah kecil karbida, silisida, sulfida, dan sulfida serta sedikit grafit besi memiliki nomor atom 26. Zat pencemar ini memiliki peranan penting dalam kekuatan struktur besi (Amrin, 2013). Zat besi merupakan elemen kimia yang sering dijumpai di berbagai tempat, seperti badan air. Pada umumnya besi yang terdapat pada air dapat bersifat terlarut sebagai Fe²⁺ (fero) atau

Fe^{3+} (feri) tersuspensi sebagai butir koloidal. Permukaan air jarang ditemukan kadar Fe yang melebihi 1 mg/L, akan tetapi jika di dalam air tanah kadar Fe dapat ditemukan lebih tinggi (Febrina, 2015). Zat besi di air tanah, terutama di dalam air sumur banyak terjadi. Air tanah pada umumnya mempunyai konsentrasi karbondioksida yang tinggi yang dapat menyebabkan kondisi anaerobik. Kondisi ini menyebabkan besi bentuk mineral tidak terlarut (Fe^{3+}), konsentrasi besi pada air tanah bervariasi mulai dari 0,01 mg/l-25 mg/l. Besi dalam bentuk ion Fe^{2+} sangat mudah terlarut di dalam air. Oksigen yang terlarut akan mengoksidasi Fe^{2+} menjadi $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang merupakan endapan (Asmaningrum, 2016).

2.2. Arang Aktif

Arang aktif adalah suatu bentuk padatan dengan dasar karbon yang memiliki pori dan mempunyai luas permukaan tinggi yaitu diatas $600 \text{ m}^2/\text{gram}$. Biomassa digunakan sebagai bahan pembuatan arang aktif dengan proses pemanasan pada suhu yang tinggi. Setelah proses tersebut arang diubah menjadi arang aktif melalui proses aktivasi. Proses aktivasi merupakan proses untuk menghilangkan senyawa kimia yang melapisi permukaan arang sehingga dapat meningkatkan pori yang terdapat pada karbon. Untuk mengaktivasi arang aktif dapat dilakukan dengan proses aktivasi secara fisik dan juga proses kimia (Sahara, 2012). Arang aktif banyak dimanfaatkan seperti penggunaan arang aktif banyak di manfaatkan seperti arang aktif tongkol jagung sebagai adsorben timbal Pb, kemudian ada juga penyerapan limbah cair amonia menggunakan arang aktif ampas kopi, arang aktif kulit pisang terhadap efektivitas penurunan logam berat tembaga (Cu) pada limbah cair industri, pemanfaatan arang aktif ampas kopi untuk adsorben logam kromium (Cr) pada limbah cair batik, dan pemanfaatan arang aktif tempurung kelapa untuk penjernihan asap cair. Proses penyerapan dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Efektivitas adsorpsi arang aktif.

No	Arang Aktif	Adsorpsi	Efektivitas Penyerapan (%)	Referensi
1	Tongkol Jagung	Logam Pb	23,80	Alfiany dkk (2013)
2	Ampas Kopi	Limbah Cair Ammonia	66,60	Aman (2018)
3	Kulit Pisang	Logam Berat Tembaga (Cu)	78,90	Atminingtyas (2016)
4	Ampas Kopi	Logam Kromium (Cr)	90,00	Baryatik (2016)
5	Tempurung Kelapa	Asap Cair	70,00	Jamilatun (2014)
6	Cangkang Bintaro	Zat Warna Sintetis	96,95	Aisyahluka (2018)

Perbedaan arang aktif dengan arang biasa kita bedakan berdasarkan sifat pada permukaannya. Arang biasa ditutupi oleh hidrokarbon sehingga menghambat proses aktifnya, sedangkan arang aktif memiliki permukaan luas dan ukuran pori-porinya terbuka, sehingga daya menyerap semakin tinggi. Setelah dilakukan proses aktivasi, maka dapat meningkatkan daya serap arang. Berkembangnya industri mengakibatkan kebutuhan arang aktif menjadi tinggi, arang aktif dihasilkan dari proses karbonisasi. Indonesia pada tahun 2000 mengeksport arang aktif sebanyak 10.205ton ke berbagai negara, seperti Malaysia, Taiwan, Jepang, Cina, Perancis, Jerman dan Inggris (Lempang, 2014).

Arang aktif adalah padatan yang memiliki pori yang berasal dari bahan yang mengandung karbon dengan cara pemanasan pada suhu tinggi. Daya adsorpsi arang

aktif dapat semakin tinggi tergantung luas permukaannya. Arang aktif sering digunakan sebagai adsorben, dikarenakan arang aktif bersifat sangat aktif terhadap partikel. Arang aktif mempunyai ruang pori yang sangat banyak dengan ukuran yang kecil sehingga dapat menyerap partikel-partikel halus (Baryatik, 2019).

Arang aktif dapat dihasilkan dari berbagai bahan baku yang mengandung karbon seperti ampas kopi. Arang aktif dapat dibuat dengan melalui proses aktivasi dan ditambahkan bahan-bahan kimia. Aktivasi arang aktif dapat dilakukan dengan berbagai cara dan akan memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap volume pori-pori maupun luas permukaan yang dihasilkan (Yuningsih, 2016). Bahan-bahan yang mengandung karbon dapat dibuat menjadi arang aktif, setelah dilakukan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang luas. Semakin besar ukuran pori-pori dan luas permukaan arang aktif, dapat mengadsorpsi zat kimia tertentu (Jamilatun, 2014).

2.3. Ampas Kopi

Indonesia merupakan salah satu komoditas unggulan dalam subsektor perkebunan adalah kopi. Penggunaan konsumsi kopi sudah sangat melekat bagi masyarakat Indonesia, yang sudah terjadi sejak tahun 1.696 hingga saat ini. Negara Indonesia merupakan penghasil kopi nomor 4 terbesar di dunia setelah Brazil, Vietnam dan Kolombia. Di Indonesia rata-rata penggunaan kopi meningkat hingga 7% setiap tahunnya. Karena itu semakin tinggi pengonsumsian kopi, maka semakin besar pula jumlah limbah ampas kopi yang dihasilkan dari setiap kedai kopi, cafe-cafe maupun rumah tangga (Limantara, 2019).

Kopi memiliki kandungan yang dapat menghilangkan bau tak sedap. Ampas kopi umumnya dapat ditemukan di kedai-kedai kopi, selain gratis dapat juga digunakan untuk mengurangi limbah organik. Ampas kopi dapat digunakan sebagai bahan pembuat arang aktif sebagai adsorpsi ataupun bahan penyerap (Limantara, 2019). Ampas kopi termasuk bahan organik yang dapat dibuat menjadi arang aktif untuk digunakan sebagai adsorpsi atau bahan penyerap. Bahan yang memiliki karbon dapat dibuat menjadi arang aktif. Jika dipanaskan pada suhu tinggi arang

aktif merupakan padatan yang memiliki pori. Daya adsorpsi arang aktif dapat semakin tinggi dikarenakan luas permukaan (Suyata, 2010).

2.4. Adsorpsi

Adsorpsi dapat digunakan sebagai metode menghilangkan zat pencemar dari air limbah. Dikatakan adsorpsi karena dapat menjerap ion atau zat molekul pada permukaan adsorben. Adsorpsi dapat dibedakan menjadi dua, secara fisika dan secara kimia. Proses yang terjadi akibat suatu fluida terikat pada padatan dan membentuk lapisan pada permukaan disebut adsorpsi. Sedangkan absorpsi adalah fluida diserap oleh fluida lain sehingga membentuk suatu larutan. Adsorpsi sering menggunakan istilah adsorben yaitu penyerapan berupa senyawa karbon dan adsorbat yaitu substansi yang terjerap atau dipisah dari pelarutnya (Syauqiah, 2011).

Adsorpsi adalah proses fluida gas maupun cairan yang terikat pada padatan dan membentuk suatu lapisan tipis yang terdapat pada permukaan padatan. Suatu larutan yang terbentuk dari fluida terserap ke fluida lainnya disebut absorpsi. Substansi yang terjerap atau substansi yang terpisah dari pelarutnya disebut adsorbat. Sedangkan media penyerap berupa senyawa karbon disebut adsorben (Syauqiah, 2011).

Pengadukan yang cukup makan kecepatan difusi film akan meningkatkan saat adsorpsi. Tingkat adsorpsi dapat meningkat seiring dengan menurunkan suhu. Sedangkan waktu kontak merupakan hal yang dapat menentukan dalam proses adsorpsi. Jika waktu kontak arang aktif semakin lama maka akan meningkatkan zat yang terlarut saat proses adsorpsi. Waktu kontak berpengaruh saat proses adsorpsi, karena akan memungkinkan proses molekul terlarut yang teradsorpsi dapat berlangsung dengan baik. Penggunaan arang aktif untuk proses adsorpsi sering digunakan karena biaya yang murah, metode sederhana, mudah dilakukan dan sering digunakan untuk mengadsorpsi logam berat (Aisyahlika, 2018).

2.5. Kinetika Adsorpsi

Kinetika adsorpsi adalah bagian adsorpsi yang membahas tentang laju adsorpsi dari suatu adsorben terhadap adsorbat sehingga kinetika adsorpsi memiliki persamaan dalam menentukan konstanta laju dari adsorpsi yaitu *pseudo first order* dan *pseudo second order* (Maihendra, 2016). Aspek yang sering digunakan untuk mengetahui karakteristik adsorben yang digunakan adalah kinetika adsorpsi. Beberapa model yang telah dikaji oleh Lagergren (1989) dan Ho (2000) yaitu (1) persamaan laju orde pertama pseudo Lagergren, (2) persamaan laju order kedua pseudo Ho (Nafi'ah, 2016). Model isotherm dapat digunakan untuk mendeskripsikan distribusi adsorpsi pada saat nilai K (kesetimbangan). Isotherm Freundlich merupakan adsorpsi zat terlarut dari suatu larutan pada padatan adsorben. Isotherm Langmuir merupakan model sederhana berupa padatan yang mengadsorpsi gas maupun cairan pada permukaan.

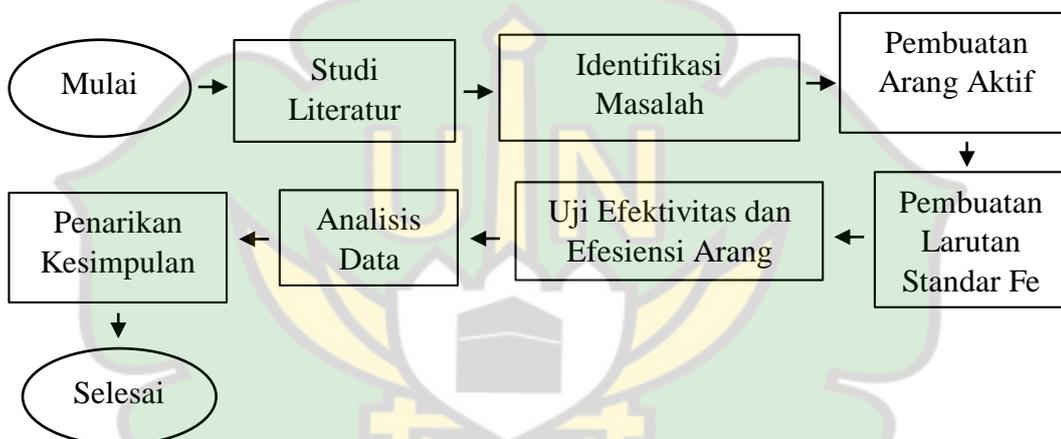
2.6. (*Atomic Absorption Spectrometry*) AAS

Salah satu metode untuk menganalisis logam adalah secara (*Atomic Absorption Spectrometry*) AAS. Metode AAS merupakan metode analisis secara kualitatif dan kuantitatif yang menggunakan pengukuran melalui penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu oleh atom dalam keadaan bebas. Metode AAS merupakan pengukuran yang memiliki ketepatan dalam analisis dan menggunakan lampu katode khusus untuk tiap-tiap logam. Kelebihan metode ini adalah memiliki kepekaan dan selektivitas yang tinggi serta pelaksanaan analisis yang relatif sederhana (Amrin, 2013). *Spektrometri* adalah metode analisis kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan banyak radiasi yang dihasilkan atau dihasilkan oleh molekul analit atau spesi atom. Metode analisis secara kuantitatif yang diukur berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian

Secara umum, metode penelitian ini didahului oleh studi literatur dan identifikasi masalah. Selanjutnya dilakukan pembuatan arang aktif ampas kopi. Kemudian dilakukan pembuatan larutan standar Fe. Selanjutnya dilakukan uji efektivitas dan efisiensi arang aktif. Kemudian dilakukan analisis data dan penarikan kesimpulan. Secara menyeluruh, alur penelitian yang dilakukan dilihat pada diagram alir Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir tahapan penelitian.

3.2. Waktu Tempat Penelitian

3.2.1 Waktu

Penelitian ini akan dilaksanakan selama 5 bulan, yaitu dimulai dari bulan Juni sampai dengan Oktober 2020.

3.2.2 Tempat Penelitian

Pembuatan larutan standar Fe, pembuatan arang aktif dan uji efektivitas serta efisiensi arang aktif dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Sementara itu, analisis kandungan Fe dan analisa FTIR dilakukan di Laboratorium FMIPA Kimia Universitas Syiah Kuala Banda Aceh. Analisis mikroskop dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

3.3. Tahap Pembuatan Arang Aktif Ampas Kopi

3.3.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada pembuatan arang aktif ampas kopi ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Bahan pembuatan arang aktif ampas kopi.

No	Bahan	Volume	Satuan	Kegunaan
1	Ampas Kopi	1	kg	Adsorben Arang Aktif
2	HCl 0,1 M	3,63	g/L	Aktivasi Arang Aktif

3.3.2 Aktivasi Arang Aktif

Proses aktivasi arang aktif ampas kopi dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

1. Ampas kopi dikeringkan dengan menggunakan oven pada temperatur 105°C selama 2 jam (Suyata, 2010). Prosedur seperti ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Peneliti mengeringkan ampas kopi pada oven.

2. Kadar air dipastikan hilang menggunakan metode gravimetri (Amanto, 2015). Metode gravimetri berguna untuk menghilangkan kadar air sehingga didapatkan nilai konstan.

- Ampas kopi sebanyak 1 kg yang telah dikeringkan di dalam oven direndam ke larutan pengaktif bahan kimia HCl 0,1 M di dalam volume 1000 ml selama 48 jam (Suyata, 2010). Prosedur seperti ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Ampas kopi direndam HCl 0,1 M di dalam gelas kimia dengan ukuran 1000 ml.

- Ampas kopi ditiriskan dengan menggunakan kertas saring (Suyata, 2010). Prosedur ini ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Ampas kopi ditiriskan menggunakan kertas saring.

- Ampas kopi dicuci dengan aquades sampai netral, agar menghilangkan sisa HCl yang terdapat pada ampas kopi (Suyata, 2010).
- Kemudian ampas kopi dikeringkan dengan menggunakan oven pada temperatur 105°C selama 2 jam (Suyata, 2010). Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Ampas kopi di oven 105°C selama 2 jam.

7. Kadar air dipastikan hilang menggunakan metode gravimetri (Amanto, 2015).
8. Ampas kopi yang telah diaktivasi dimasukkan ke dalam *muffle furnace* pada suhu 350°C selama 3,5 jam (Suyata, 2010). Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Peneliti memasukkan ampas kopi ke dalam *muffle furnace* suhu 350°C selama 3,5 jam.

3.3.3 Analisis Kualitas Arang Aktif

Menentukan arang aktif telah terbentuk dengan baik dapat diketahui melalui, karakteristik arang aktif setelah melalui beberapa pengujian mutu arang aktif meliputi penentuan rendemen, kadar air, kadar abu dengan prosedur sebagai berikut:

3.3.3.1 Rendemen

Rendemen dihitung dengan membandingkan antara berat bahan baku yang diarangkan dengan berat arang aktif setelah karbonisasi (Suyata, 2010).

$$\text{Rendemen} = (\%) \left(\frac{b}{a} \right) \times 100\%, \quad (3.1)$$

dengan a adalah berat bahan baku yang diarangkan (g), dan b adalah berat arang yang dihasilkan (g).

Arang aktif ampas kopi dimasukkan ke dalam *muffle furnace* sebanyak 55,57 gr, setelah di *muffle furnace* didapatkan hasil arang aktif ampas kopi setelah karbonisasi sebesar 17,69 gr. Kemudian didapatkan hasil perhitungan sebesar 0,31%.

3.3.3.2 Kadar Air

Arang aktif ditimbang sebanyak 2 gr dimasukkan ke dalam cawan porselin yang sebelumnya telah ditimbang dan diketahui beratnya. Arang aktif dan cawan porselin dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 3 jam. Setelah itu didinginkan didalam desikator dan ditimbang berapa massanya (Suyata, 2010).

$$\text{Kadar Air} = \frac{(a-b)}{a} \times 100\%, \quad (3.2)$$

dengan a adalah berat arang awal (g), dan b adalah berat contoh setelah dikeringkan (g).

Arang aktif ampas kopi sebanyak 2 gr dimasukkan ke dalam cawan porselin, berat cawan porselin 47,71 gr, setelah itu dimasukkan ke dalam oven 105°C selama 3 jam setelah didinginkan didalam desikator didapatkan hasil sebesar 49,69 gr. Kemudian didapatkan hasil perhitungan sebesar 0,04%.

3.3.3.3 Kadar Abu

Sebanyak 2 gr arang aktif ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan porselin, di mana sebelumnya telah diketahui beratnya. Arang aktif dipijarkan ke dalam *muffle furnace* pada suhu 600°C selama 4 jam atau sampai arang aktif menjadi abu. Cawan kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang (Suyata, 2010).

$$\text{Kadar Abu} = \frac{a}{b} \times 100\%, \quad (3.3)$$

dengan a adalah berat abu (g), dan b adalah berat arang kering pada saat awal (g).

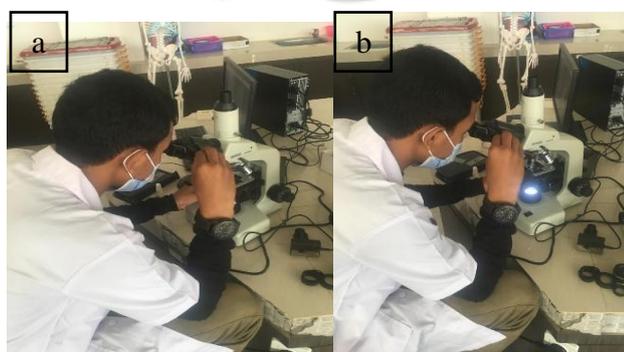
Arang aktif ampas kopi sebanyak 2 gr dimasukkan ke dalam *muffle furnace* pada suhu 600°C selama 4 jam didapatkan hasil sebesar 1,05 gr. Kemudian didapatkan hasil perhitungan sebesar 0,525%.

Tabel 3.2 Karakteristik arang aktif.

No	Parameter	Standar Mutu Arang Aktif SNI No. 06-3730-1995
1	Rendemen	-
2	Kadar Air	Maksimum 15%
3	Kadar Abu	Maksimum 10%

3.3.4 Analisis Mikroskop

Mikroskop merupakan salah satu alat yang sering digunakan untuk melihat objek yang sangat kecil dikarenakan tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Mikroskop memiliki banyak jenis dengan fungsi yang berbeda-beda. Analisis mikroskop dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry menggunakan mikroskop monokuler $1500\times$ yazumi L303, dengan perbesaran lensa objektif $4\times$, $10\times$, $40\times$ dan $100\times$. Pada penelitian ini mikroskop monokuler menggunakan kamera digital untuk pengamatan, menggunakan layar monitor untuk menampilkan hasil dari objek yang bertujuan agar dapat melihat pori-pori arang aktif ampas kopi dengan perbesaran $40\times$ dan $100\times$ (Louk, 2017). Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Peneliti melakukan pengujian dengan mikroskop a) perbesaran $40\times$ dan b) perbesaran $100\times$.

3.3.5 Analisis Spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Melihat gugus fungsi arang aktif dapat diketahui dengan pengujian alat Spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FTIR), dilakukan pada Laboratorium FMIPA Universitas Syiah Kuala dengan alat *SHIMADZU* (Sulistiyani, 2017) dengan ukuran arang aktif 40 *mesh*. Prosedur kerja FTIR: zat yang akan diukur diidentifikasi, berupa atom atau molekul. Sinar *infra* merah memiliki peran untuk sumber sinar dan dibagi menjadi dua, yaitu satu dilewatkan melalui sampel dan yang kedua melalui pembanding. Kemudian secara berturut-turut melewati *chopper*. Kemudian berkas yang jatuh pada detektor akan diubah menjadi sinyal listrik yang direkam oleh rekorder (Pambudi, 2017). Dapat dilihat pada Gambar 3.8 arang aktif diayak menggunakan ukuran 40 *mesh* (Alfiany, 2013).



Gambar 3.8 Arang aktif di ayak dengan ukuran 40 *mesh*.

3.4. Pembuatan Larutan Standar Fe

Larutan standar Fe 13 *ppm* dibuat dengan pipet 10 ml larutan induk Fe 1000 *ppm*, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 ml dan diencerkan menggunakan aquades hingga batas tera, sehingga didapatkan larutan Fe 13 *ppm* (SNI 06-6989.7-2004). Seperti ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Pembuatan larutan standar Fe di dalam labu ukur ukuran 1000 ml.

3.5. Eksperimen Adsorpsi Fe

Alat dan bahan eksperimen penyerapan Fe ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Alat dan bahan eksperimen penyerap Fe.

No	Alat	Bahan
1	 <i>Ayakan 40 Mesh</i>	 <i>Ampas Kopi 1 kg</i>
2	 <i>Beaker Glass</i>	 <i>Kertas Saring</i>
3	 <i>Magnetic Stirrer</i>	

1. Ampas kopi sebanyak 10 gr dimasukkan ke dalam *beaker glass* dengan ukuran 1000 ml. Kemudian ditambahkan larutan standar Fe hingga volume campuran menjadi 1000 ml. Selanjutnya, campuran diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* (Irsyad, 2016) dengan kecepatan 200 *rpm* selama 15 menit.
2. Prosedur 1 diulangi untuk kecepatan putaran 300 dan 400 *rpm*.
3. Prosedur 2 dan 3 diulangi untuk waktu kontak selama 30, 45, 60, dan 75 menit.
4. Pada saat kecepatan putaran 200 *rpm* diambil sampel larutan menggunakan pipet tetes sebanyak 2 ml setiap 15, 30, 60 dan 75 menit dan ditambahkan larutan segar Fe menggunakan pipet tetes sebanyak 2 ml pada setiap 15, 30, 60 dan 75 menit. Kemudian sampel disaring dengan tujuan memisahkan arang aktif dengan larutan. Sampel dimasukkan ke dalam botol, di dalam botol terdapat aquades sebanyak 10 ml.
5. Pada saat kecepatan putaran 300 *rpm* diambil sampel larutan menggunakan pipet tetes sebanyak 2 ml setiap 15, 30, 60 dan 75 menit dan ditambahkan larutan segar Fe menggunakan pipet tetes sebanyak 2 ml pada setiap 15, 30, 60 dan 75 menit. Kemudian sampel disaring dengan tujuan memisahkan arang aktif dengan larutan. Sampel dimasukkan ke dalam botol, di dalam botol terdapat aquades sebanyak 10 ml.
6. Pada saat kecepatan putaran 400 *rpm* diambil sampel larutan menggunakan pipet tetes sebanyak 2 ml setiap 15, 30, 60 dan 75 menit dan ditambahkan larutan segar Fe menggunakan pipet tetes sebanyak 2 ml pada setiap 15, 30, 60 dan 75 menit. Kemudian sampel disaring dengan tujuan memisahkan arang aktif dengan larutan. Sampel dimasukkan ke dalam botol, di dalam botol terdapat aquades sebanyak 10 ml.
7. *Supernatant* yang dihasilkan dari langkah 4, 5 dan 6 dianalisis dengan AAS untuk menentukan kadar Fe.

3.6. Analisis (*Atomic Absorption Spectrometry*) AAS

Kandungan besi Fe yang telah di adsorpsi di dalam larutan, kemudian dianalisis dengan *Atomic Absorption Spectrometry* (AAS) untuk mengukur penurunan kandungan besi Fe yang ada pada larutan. Pengujian Fe sesuai dengan

(SNI 06-6989.7-2004) tentang cara pengujian Fe. Uji AAS dilakukan pada Laboratorium FMIPA Universitas Syiah Kuala. Tahapan analisis AAS: pertama siapkan sampel larutan standar, kedua lakukan preparasi sampel, ketiga memilih garis resonansi, keempat lakukan optimasi kondisi alat, kelima baca absorbansi larutan standar, keenam baca absorbansi larutan sampel dan ketujuh menginterpolasi absorbansi larutan pada kurva linier. Alat AAS dengan merek *A.Krüiss Optronic* ditunjukkan pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Alat AAS *A.Krüiss optronic*.

3.7. Analisis Statistik SPSS

SPSS (*Statistical product for service solutions*) adalah suatu program pengolahan data statistik yang paling banyak digunakan, dikarenakan hasil yang didapatkan akurat dan prosesnya cepat, SPSS banyak digunakan oleh peneliti untuk keperluan seperti riset, skripsi dan tesis. Hasil yang dihasilkan SPSS bisa berbentuk grafik maupun tabel. SPSS ini sangat membantu dalam bidang keilmuan seperti analisis statistik dan lainnya (Oktofiyani, 2016). Analisis regresi linier sederhana yang digunakan pada penelitian ini. Berdasarkan regresi linier sederhana, didapatkan hasil bahwa tidak ada pengaruh *rpm* terhadap waktu.

3.8. Analisis Kinetika Adsorpsi

Kinetika adsorpsi yang digunakan pada penelitian ini adalah Langmuir. Kesetimbangan adsorpsi adalah suatu keadaan dinamis yang tercapai ketika laju partikel yang teradsorpsi ke permukaan sama dengan laju desorpsinya. Model

kesetimbangan yang paling banyak dikenal untuk memahami sistem adsorpsi adalah persamaan isoterm Langmuir (Estiaty, 2012) adapun persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$\frac{C_e}{b} = \frac{1}{K} \cdot \frac{b+1}{b} \cdot C_e, \quad (3.4)$$

dengan C_e adalah konsentrasi kesetimbangan adsorbat dalam larutan setelah adsorpsi (mg/L), Q adalah jumlah adsorbat teradsorpsi per bobot adsorben (mg/g), K adalah konstanta kesetimbangan adsorpsi (L/mg) dan b adalah kapasitas adsorpsi maksimum dari adsorben (mg/g).



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

4.1.1 Karakteristik Arang Aktif

Karakteristik arang aktif diperoleh melalui uji baku mutu arang aktif, analisa gugus fungsi FTIR dan pengamatan morfologi melalui mikroskop. Hasil uji karakteristik arang aktif berdasarkan parameter rendemen, kadar air dan kadar abu ditunjukkan pada Tabel 4.1. Berdasarkan SNI No. 06-3730-1995, kadar air memiliki nilai maksimum yang diizinkan sebesar 15% dan kadar abu memiliki nilai maksimum yang diizinkan sebesar 10%. Hasil uji rendemen memiliki nilai sebesar 0,310%, kadar air memiliki nilai sebesar 0,040%, dan kadar abu memiliki nilai sebesar 0,053%. Hasil ini telah memenuhi standar mutu arang aktif berdasarkan SNI No. 06-3730-1995.

Tabel 4.1 Hasil analisa karakteristik arang aktif.

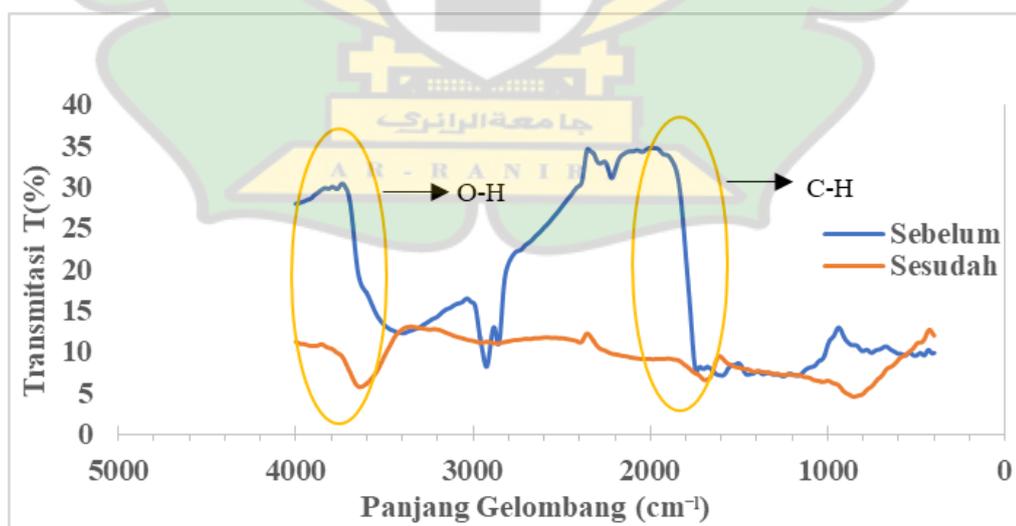
No	Parameter	Hasil Analisa Arang Aktif (%)	Standar Mutu Arang Aktif (SNI No. 06-3730-1995)
1	Rendemen	0,310	-
2	Kadar Air	0,040	Maksimum 15%
3	Kadar Abu	0,053	Maksimum 10%

Tabel 4.2 menunjukkan hasil analisa gugus fungsi berdasarkan analisa FTIR. Terdapat gugus fungsi arang aktif ampas kopi yang sama antara sebelum dan sesudah digunakan sebagai adsorben terhadap besi. Pada Tabel 4.2 ditunjukkan hasil analisa berdasarkan panjang gelombang terjadinya *peak* kurva FTIR terhadap nilai transmisi, baik untuk sampel sebelum dan sesudah digunakan sebagai adsorben terhadap besi. Berdasarkan nilai transmisi masing-masing gugus fungsi yang ditunjukkan di dalam Lampiran 2, gugus fungsi yang teridentifikasi adalah O-H, C-H, N-H, C=O dan C-X.

Tabel 4.2 Hasil analisa gugus fungsi berdasarkan FTIR.

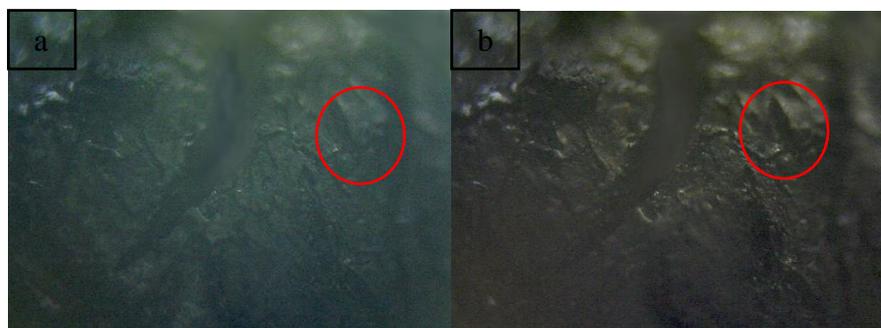
Gugus Fungsi	Sebelum	Sesudah
O-H	✓	✓
C-H	✓	✓
N-H	✓	✓
C=O	✓	✓
C-X	✓	✓

Pada grafik pengujian FTIR sebelum dilakukan eksperimen, memiliki panjang gelombang pada kisaran angka 4000-3769 cm^{-1} . Sedangkan grafik pengujian FTIR setelah dilakukan eksperimen, memiliki panjang gelombang pada kisaran angka 4000-3887 cm^{-1} . Panjang gelombang dan nilai transmisinya ditunjukkan di dalam Lampiran 2, yang selanjutnya diplot ke dalam grafik pada Gambar 4.1. Gambar 4.1 menunjukkan adanya perubahan panjang gelombang terhadap transmisi lebar area di bawah *peak* kurva, yaitu *peak* untuk gugus fungsi O-H dan C-H.



Gambar 4.1. Hasil analisis FTIR grafik menunjukkan perubahan panjang gelombang terhadap transmisi, dengan garis biru (---) adalah untuk sebelum digunakan sebagai adsorben, sedangkan garis oranye (---) setelah digunakan untuk proses adsorben sesudah.

Gambar 4.2 menunjukkan adanya pori-pori arang aktif ampas kopi dengan perbesaran 40× dan 100×. Hasil ini menunjukkan bahwa pori-pori hasil aktivasi telah terbentuk.



Gambar 4.2 Pori arang aktif yang diperoleh dari pengamatan mikroskop ditunjukkan dengan lingkaran berwarna merah a) pembesaran 40× dan b) pembesaran 100×.

4.1.2 Adsorpsi Arang Aktif Terhadap Fe

Tabel 4.3 menunjukkan hasil uji awal larutan standar besi (Fe). Uji pendahuluan bertujuan sebagai parameter kontrol pada larutan standar besi (Fe). Hasil uji awal menunjukkan analisa kadar larutan Fe sebesar 13,4571 mg/L. Tabel 4.4 menunjukkan hasil adsorpsi arang aktif yang paling bagus terjadi pada kecepatan 200 *rpm* dengan waktu 45 menit didapatkan persentase sebesar 99,997% dan hasil paling sedikit terjadi pada kecepatan 400 *rpm* dengan waktu 15 menit didapatkan persentase sebesar 99,920%. Pada kecepatan 200 *rpm* didapatkan hasil penyerapan paling banyak terjadi pada waktu 15 menit dengan persentase sebesar 99,997% dan hasil penyerapan paling sedikit terjadi pada waktu 30 menit dengan persentase sebesar 99,967%. Pada kecepatan 300 *rpm* didapatkan hasil penyerapan paling banyak terjadi pada waktu 30 menit dan 45 menit dengan persentase sebesar 99,996% dan hasil penyerapan paling sedikit terjadi pada waktu 15 menit dengan persentase sebesar 99,957%. Kemudian pada kecepatan 400 *rpm* didapatkan hasil penyerapan paling banyak terjadi pada waktu 60 menit dengan persentase sebesar 99,995% dan hasil penyerapan paling sedikit terjadi pada waktu 15 menit dengan

persentase sebesar 99,920%. Berdasarkan hasil tersebut, diketahui penyerapan paling optimal ditunjukkan pada baris berwarna biru.

Tabel 4.3 Hasil analisa uji awal larutan standar besi (Fe).

No	Sample ID	Hasil Analisa Fe (mg/L)	Metode Analisa
1	Larutan Fe	13,4571	AAS

Sebagai contoh, untuk perhitungan efektivitas penyerapan Fe dengan kecepatan 200 *rpm* dan waktu kontak 45 menit, dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Ef = \frac{Y-Y_2}{Y} \times 100\%$$

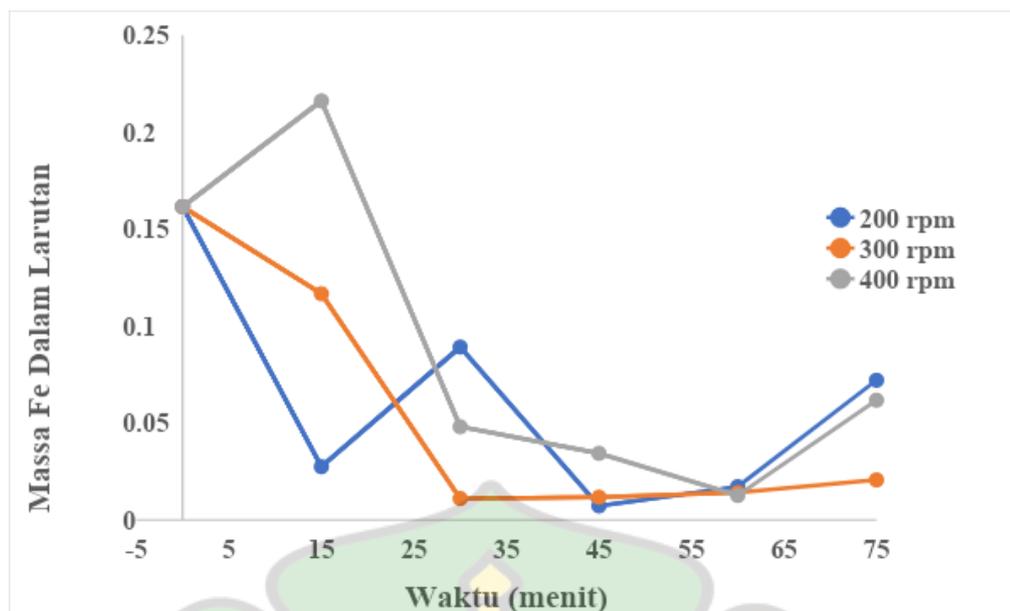
dengan Y adalah konsentrasi awal dan Y₂ adalah konsentrasi akhir.

Tabel 4.4 Hasil adsorpsi Fe dengan variabel kecepatan pengadukan, waktu kontak, hasil uji Laboratorium. Baris berwarna biru menunjukkan efektivitas penyerapan paling optimal, dengan waktu kontak 45 menit dan kecepatan pengadukan 200 *rpm*.

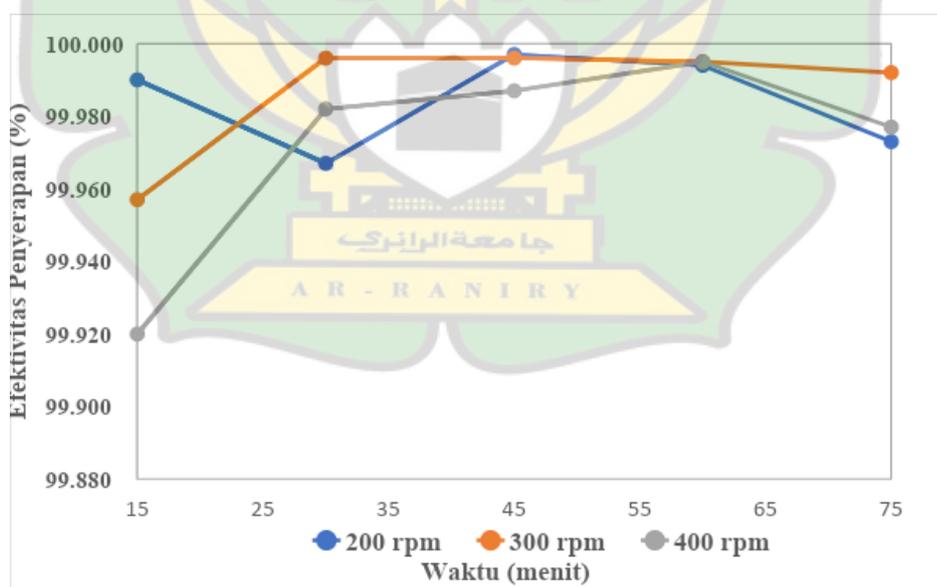
No	Kecepatan Pengadukan (<i>rpm</i>)	Waktu Kontak (menit)	Hasil Uji (mg/l)	Efektivitas Penyerapan (%)	Massa Fe Dalam Larutan	Arang Aktif (gram)	Massa Fe yang Diserap Arang Aktif
1	200	15	13,714	99,990	0,027	10	9,973
2		30	44,572	99,967	0,089	10	9,911
3		45	3,600	99,997	0,007	10	9,993
4		60	8,572	99,994	0,017	10	9,983
5		75	36,000	99,973	0,072	10	9,928
6	300	15	58,286	99,957	0,117	10	9,883
7		30	5,486	99,996	0,011	10	9,989
8		45	5,828	99,996	0,012	10	9,988
9		60	7,072	99,995	0,014	10	9,986

10		75	10,294	99,992	0,021	10	9,979
11	400	15	108,000	99,920	0,216	10	9,784
12		30	24,000	99,982	0,048	10	9,952
13		45	17,143	99,987	0,034	10	9,966
14		60	6,309	99,995	0,013	10	9,987
15		75	30,858	99,977	0,062	10	9,938

Berdasarkan hasil uji adsorpsi pada Tabel 4.4, hasil penyerapan dengan kecepatan 200 *rpm* pada waktu 15 menit didapatkan sebesar 99,990%, pada waktu 30 menit hasil penyerapan sebesar 99,967%, kemudian pada waktu 45 menit hasil penyerapan sebesar 99,997%, pada waktu 60 menit hasil penyerapan sebesar 99,994% dan pada waktu 75 menit hasil penyerapan sebesar 99,973%. Pada kecepatan 300 *rpm* dengan waktu 15 menit hasil penyerapan sebesar 99,957%, pada waktu 30 menit hasil penyerapan sebesar 99,996%, pada waktu 45 menit hasil penyerapan sebesar 99,996%, pada waktu 60 menit hasil penyerapan sebesar 99,995% dan pada waktu 75 menit hasil penyerapan sebesar 99,992%. Pada kecepatan 400 *rpm* dengan waktu 15 menit hasil penyerapan sebesar 99,920%, pada waktu 30 menit hasil penyerapan sebesar 99,982%, serta pada waktu 45 menit hasil penyerapan sebesar 99,987%, pada waktu 60 menit hasil penyerapan sebesar 99,995% dan pada waktu 75 menit hasil penyerapan sebesar 99,977%.



Gambar 4.3 Grafik massa Fe terhadap waktu kontak 15, 30, 45, 60 dan 75 menit dengan kecepatan pengadukan 200, 300 dan 400 rpm.



Gambar 4.4 Grafik efektivitas adsorpsi Fe terhadap waktu kontak 15, 30, 45, 60 dan 75 menit dengan kecepatan pengadukan 200, 300 dan 400 rpm.

4.1.3 Hasil Analisis Statistik SPSS

Hasil uji regresi linier sederhana dengan menggunakan variabel waktu kontak dan kecepatan pengadukan terhadap efektivitas besi (Fe). Hasil yang lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 3. Hasil analisa waktu terhadap Fe menunjukkan nilai

sig 0.099 lebih besar dari > probabilitas 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada pengaruh waktu terhadap penyerapan besi (Fe). Hasil analisa *rpm* terhadap Fe menunjukkan nilai *sig* 0.382 lebih besar dari > probabilitas 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada pengaruh *rpm* terhadap penyerapan besi (Fe).

4.1.4 Hasil Analisa Kinetika Adsorpsi

Hasil analisa menggunakan kinetika adsorpsi ditunjukkan pada Tabel 4.5. Analisa kinetika adsorpsi menggunakan Persamaan Langmuir:

$$\frac{C_e}{b} = \frac{1}{K} \cdot \frac{b+1}{b} \cdot C_e, \quad (4.1)$$

dengan C_e adalah konsentrasi kesetimbangan adsorbat dalam larutan setelah adsorpsi (mg/L), Q adalah jumlah adsorbat teradsorpsi per bobot adsorben (mg/g), K adalah konstanta kesetimbangan adsorpsi (L/mg) dan b adalah kapasitas adsorpsi maksimum dari adsorben (mg/g). Tabel 4.5 menunjukkan adanya nilai K pada saat 200 *rpm* dengan waktu 15 menit, 300 *rpm* dengan waktu 15 menit dan 400 *rpm* dengan waktu 15 menit. Diambilnya waktu 15 menit karena pada saat 15 menit sudah mencapai kesetimbangan.

Tabel 4.5 Persamaan Langmuir menunjukkan adanya nilai K pada kecepatan pengadukan 200, 300 dan 400 *rpm* dengan waktu kontak setiap 15 menit.

Nilai K Pada <i>rpm</i> 200 saat 15 menit	Nilai K Pada <i>rpm</i> 300 saat 15 menit	Nilai K Pada <i>rpm</i> 400 saat 15 menit
0,729	0,171	0,092
99,997	99,997	99,997
13,714	58,285	108,000
72,890	17,150	9,255
99,964	99,964	99,964
10,000	10,000	10,000
1,508	6,411	11,880

Berdasarkan Tabel 4.5 didapatkan nilai persamaan Langmuir 1,508 pada kecepatan 200 *rpm* dengan waktu 15 menit, 6,411 pada kecepatan 300 *rpm* dengan waktu 15 menit dan 11,880 dengan kecepatan 400 *rpm* pada waktu 15.

4.2. Pembahasan

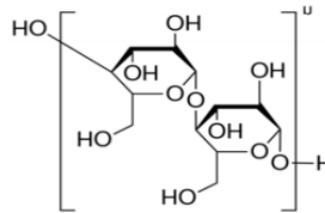
Berdasarkan hasil uji pada Tabel 4.1, arang aktif ampas kopi memenuhi standar baku mutu sesuai SNI No. 06-3730-1995. Hasil tersebut menunjukkan bahwa arang aktif ampas kopi dapat digunakan untuk penyerapan Fe. Berdasarkan penelitian terdahulu, besarnya rendemen dapat menunjukkan jumlah arang aktif yang dihasilkan setelah proses aktivasi dan karbonisasi (Suyata, 2010). Rendemen hasil uji sebesar 0,31%. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa arang aktif ampas kopi telah terbentuk dengan baik.

Hasil uji kadar air sebesar 0,040% menunjukkan bahwa kandungan air telah berkurang selama proses aktivasi. Kandungan kadar air tersebut menunjukkan arang aktif ampas kopi dapat digunakan sebagai adsorben. Hal ini disebabkan karena semakin kecil kadar air yang dihasilkan maka akan meningkatkan daya serap terhadap larutan logam berat Fe, yang selanjutnya meningkatkan mutu arang aktif. Menurut Baryatik (2019), semakin kecil kadar air yang dihasilkan maka semakin banyak pori yang dapat diserap oleh adsorbat sehingga proses adsorpsi dapat dilakukan secara optimal.

Hasil uji kadar abu sebesar 0,053% menunjukkan bahwa kadar abu telah memenuhi standar baku mutu arang aktif berdasarkan SNI No.06-3730-1995. Berdasarkan hasil uji kadar abu, arang aktif ampas kopi dapat digunakan sebagai adsorben. Verayana (2018) mengatakan bahwa kadar abu dapat diasumsikan sebagai sisa mineral yang tertinggal pada saat dibakar, karena arang aktif tidak hanya mengandung karbon tetapi juga mengandung beberapa mineral, karena sebagian mineral ini telah hilang saat karbonisasi dan aktivasi, menunjukkan bahwa arang aktif ampas kopi dapat digunakan sebagai adsorben. Pengujian kadar abu bertujuan untuk mengetahui kandungan oksida logam dan kandungan bahan anorganik di dalam arang aktif dan untuk mengetahui sisa mineral yang masih ada saat proses karbonisasi dan aktivasi.

Tabel 4.2 menunjukkan hasil analisa gugus fungsi berdasarkan pengukuran FTIR. Menurut Sulistyani (2017), FTIR merupakan metode pengukuran yang berfungsi untuk mengidentifikasi struktur molekul senyawa melalui gugus fungsi penyusun senyawa. Hasil analisis mengindikasikan bahwa terdapat gugus-gugus fungsi berupa O-H, C-H, N-H, C=O, dan C-X. Hasil analisis juga diplot ke dalam grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4.1. Berdasarkan gambar tersebut, terdapat perubahan luas daerah di bawah kurva FTIR yang signifikan untuk *peak* gugus fungsi hidroksil (O-H) dan gugus fungsi alkana (C-H). Kedua gugus fungsi tersebut mengalami perubahan berupa penurunan nilai transmisi (%) terhadap puncak gelombang gugus-gugus fungsi tersebut. Penurunan tersebut mengindikasikan terjadinya pengurangan konsentrasi kedua gugus fungsi pada sampel (Suhartini, 2013). Terjadinya penurunan kedua gugus fungsi dikarenakan kedua gugus fungsi telah menyerap ion-ion Fe di dalam larutan (Suhartini, 2013).

Kehadiran gugus fungsi hidroksil (O-H) dan alkana (C-H) mengindikasikan bahwa ampas kopi mengandung selulosa ($C_6H_{10}O_5$)_n. Struktur selulosa ditunjukkan di dalam Gambar 4.5. Menurut Baryatik (2019), ampas kopi mengandung selulosa sebesar 8,6%. Selulosa merupakan senyawa yang memiliki gugus hidroksil (O-H) pada tiap unit polimernya. Permukaan dari gugus fungsi selulosa yang berasal dari alam dapat berinteraksi secara fisik atau kimia. Selulosa memiliki gugus fungsi yang dapat mengikat ion-ion yang terdapat pada logam, Seperti tanaman yang mengandung selulosa 62-72% (Handayani, 2010). Selulosa diketahui merupakan polimer alam yang paling melimpah dan ramah lingkungan (*green*). Selulosa diketahui memiliki sifat mudah terdegradasi, tidak beracun dan serta dapat diperbaharui. Sejauh ini, selulosa dapat digunakan untuk mendegradasi logam-logam (Mulyadi, 2019).



Gambar 4.5 Struktur molekul selulosa. Disalin dalam bentuk *file* tangkapan layar (*screenshot*) dari (Nabil dkk., 2018).

Hasil analisis kandungan ampas kopi menunjukkan bahwa ampas kopi berpotensi sebagai bahan alam yang dapat digunakan dalam pengolahan limbah Fe. Secara teoritis, penyerapan logam Fe disebabkan oleh terbentuknya koordinasi (*co coordination*) antara gugus fungsi O-H, C-H dan O yang terkandung di dalam selulosa di dalam ampas kopi. Model koordinasi ini juga terjadi pada penyerapan Cd^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} dan Cu^{2+} (Nabil, 2018). Hasil ini memperkuat laporan bahwa ampas kopi sangat potensial digunakan sebagai biosorben penyerap logam. Sebelumnya, ampas kopi telah digunakan untuk menurunkan kadmium (Cd) (Baryatik, 2019) dan Cu (Handayani, 2010). Ampas kopi juga telah dikaji kemampuannya dalam pengolahan limbah, selain limbah anorganik seperti logam. Selain itu, ampas kopi telah dilaporkan mampu digunakan sebagai karbon aktif yang dimanfaatkan dalam penurunan kadar *COD*, *BOD* dan nitrit (Sartika, 2019).

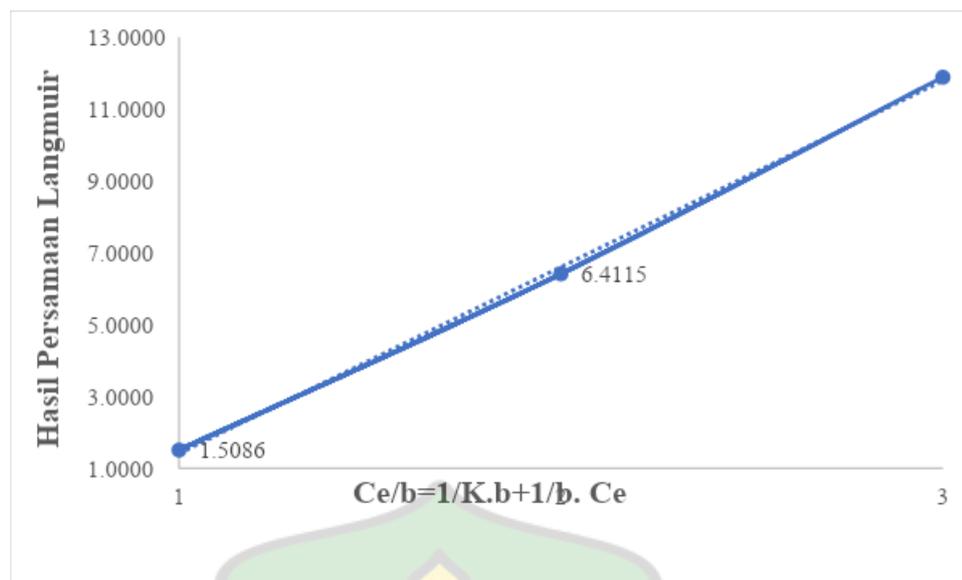
Berdasarkan hasil pengamatan mikroskop pada Gambar 4.2, pori-pori telah terbentuk pada permukaan arang aktif ampas kopi. Adanya pori-pori yang lebih besar maka dapat memberikan pengaruh adsorpsi lebih efisien dan lebih efektif. Pori-pori yang lebih besar berpotensi untuk mengisi ruang yang ada pada arang aktif saat proses adsorpsi yang lebih optimal (Alimano, 2014). Meskipun dalam pengamatan mikroskop pori-pori arang aktif ampas kopi telah teramati, namun diperlukan investigasi lebih lanjut untuk mengetahui dan menganalisis ukuran pori-pori dari arang aktif ampas kopi dengan metode *scanning electron* mikroskop (*SEM*).

Berdasarkan Tabel 4.4, efektivitas arang aktif ampas kopi paling efektif menyerap pada kecepatan 200 *rpm* dengan waktu 45 menit hasil adsorpsi sebesar 99,997%. Sedangkan kecepatan 400 *rpm* dengan waktu kontak 15 menit

dengan efektivitas sebesar 99,920%, menjadi nilai efektivitas terkecil dari seluruh perlakuan dalam eksperimen. Kedua nilai relatif tidak jauh berbeda yang mengindikasikan bahwa tidak ada pengaruh kecepatan pengadukan dan waktu kontak terhadap efektivitas penyerapan besi (Fe).

Menurut (Syauqiah, 2011) bila jika kecepatan putaran yang digunakan terlalu lambat maka proses adsorpsi dapat berlangsung lambat pula, tetapi bila terlalu cepat maka struktur adsorben kemungkinan bisa cepat hancur. Sehingga dapat mengakibatkan proses adsorpsi kurang optimal. Penentuan waktu kontak dapat menghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum dan dapat menentukan waktu kesetimbangan. Menurut Atminingtyas (2016), jika waktu putaran terlalu lama digunakan dalam proses penyerapan, maka pori-pori yang awalnya sudah penuh saat proses adsorben akan terbuka kembali. Hal ini dikarenakan terlepasnya ion-ion logam yang terikat. Proses ini dikenal dengan desorpsi, desorpsi adalah proses pelepasan ion, molekul atau atom yang terjadi pada permukaan adsorben. Terjadinya proses ini dikarenakan adsorpsi sudah maksimal, sehingga permukaan adsorben tidak mempunyai lagi kemampuan dalam menyerap ion, molekul maupun logam.

Gambar 4.6 menunjukkan grafik kinetika adsorpsi Fe. Grafik Langmuir pada Gambar 4.6, diketahui memiliki nilai pengujian persamaan Langmuir $R^2 = 0,999$. Nilai R^2 menunjukkan bahwa arang aktif ampas kopi telah memenuhi persamaan Langmuir. Hal ini menunjukkan bahwa persamaan Langmuir dapat diterapkan pada proses adsorpsi Fe. Terdapat banyak faktor yang dapat mempengaruhi proses adsorpsi yaitu, jenis adsorben yang digunakan, zat yang akan diserap, luas permukaan dari adsorben, konsentrasi suatu zat dan suhu. Oleh sebab itu maka setiap adsorben yang menyerap suatu zat dengan zat yang lainnya tidak akan mempunyai pola isoterm adsorpsi yang sama (Handayani, 2010).



Gambar 4.6. Grafik Persamaan Langmuir memiliki nilai yang menanjak dengan kecepatan pengadukan 200, 300 dan 400 *rpm* dengan waktu kontak setiap 15 menit.

Gambar 4.6 menunjukkan hasil grafik kinetika adsorpsi Fe. Semakin lama waktu interaksi adsorben dengan adsorbat memungkinkan banyaknya tumbukan kecepatan reaksi tergantung pada jumlah tumbukan persatuan waktu, semakin banyak tumbukan yang terjadi maka reaksi semakin cepat berlangsung. Tabel 4.5 menunjukkan hasil uji kinetika adsorpsi. Hasil uji waktu kesetimbangan yang diperoleh 15 menit setiap 200, 300, dan 400 *rpm*. Gambar 4.6 menunjukkan nilai kesetimbangan yang semakin menanjak pada 15 menit hasil uji yang didapatkan sebesar 1,508, 6,411 dan 11,880. Pada 15 menit 200 *rpm* hasil yang diperoleh 1,508, permukaan adsorben masih belum terlalu banyak menyerap Fe. Daya adsorpsi Fe semakin meningkat pada saat 15 menit 400 *rpm* hasil yang didapatkan sebesar 11,880. Hal ini menunjukkan telah tercapainya keadaan kesetimbangan. Keadaan kesetimbangan bertujuan untuk mengetahui kapan adsorben mengalami titik jenuh yang mengakibatkan proses adsorpsi berhenti (Muna, 2011). Pada keadaan ini, kapasitas adsorpsi permukaan arang aktif telah jenuh dan tercapai kesetimbangan antara konsentrasi ion logam Fe. Sehingga, penyerapan dengan penambahan waktu kontak setiap 15 menit sudah konstan atau tidak jauh berbeda. Hasil ini mendukung pernyataan Syauqiah (2011) semakin lama waktu putaran, maka semakin banyak

pula partikel yang akan diserap oleh adsorben. Tetapi jika penggunaan waktu terlalu lama akan berpengaruh pada saat proses pengadukan sehingga akan mempengaruhi hasil.

Temuan ini juga menambah daftar bahan-bahan alam yang dapat digunakan sebagai adsorben logam. Sejauh ini, bahan-bahan alam dan logam-logam yang dapat diserapnya ditunjukkan di dalam Tabel 2.1. Selain itu, arang aktif tempurung kelapa telah diketahui dapat mengadsorpsi logam timbal (Pb) (Verayana, 2018). Sementara itu, limbah kulit pisang telah dikaji kemampuannya sebagai adsorben logam Mn dan Cr (Suhartini, 2013). Di samping itu, daun nenas telah dilaporkan mampu sebagai adsorben logam Cd (Samosir, 2019). Tidak hanya pada penyerapan logam. Bahan alam seperti biji pepaya juga digunakan untuk pengolahan limbah yang mengandung zat pewarna (Siswarni, 2017). Selanjutnya, ada juga eksperimen penggunaan arang aktif kulit pisang untuk penurunan logam berat Cu dan Zn (Atminingtyas, 2016).

Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan penggunaan arang aktif ampas kopi dalam mendegradasi logam berat besi (Fe) di dalam fluida pada masa mendatang. Berdasarkan hasil analisis, 10 gr arang aktif ampas kopi efektif mengolah fluida yang mengandung Fe sebesar 1000 ml. Artinya, 1 kg ampas kopi berpotensi untuk mendegradasi Fe pada limbah cair sebanyak 100 liter. Selain pada limbah cair, arang aktif ampas kopi berpotensi digunakan untuk mendegradasi logam berat besi (Fe) dalam pengolahan air bersih dari air sumur masyarakat. Diharapkan dengan adanya penelitian ini, masyarakat yang ada di Provinsi Aceh khususnya Banda Aceh dapat menjadikan penelitian ini sebagai pertimbangan penggunaan arang aktif ampas kopi sebagai adsorben untuk mendegradasi logam berat besi (Fe) yang ada pada perairan. Penggunaan arang aktif ampas kopi akan menjadi pilihan alternatif bahan pengolah air sumur pada skala rumah tangga untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di Provinsi Aceh. Teknologi ini akan menjadi teknologi yang murah dan ramah lingkungan, sebab ampas kopi relatif mudah didapatkan di Provinsi Aceh. Saat ini, masyarakat Aceh diketahui memiliki tradisi mengonsumsi kopi sebagai minuman sehari-hari, sehingga ampas kopi mudah ditemui di warung-warung kopi di wilayah Provinsi Aceh. Di samping itu, ampas kopi juga merupakan

limbah organik yang memerlukan pengolahan, sehingga pemanfaatan ampas kopi sebagai adsorben sebagai bagian dari pengurangan limbahnya yang terbuang di dalam lingkungan (Aman, 2018).



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka kesimpulan pada penelitian ini adalah:

1. Hasil analisis karakteristik arang aktif ampas kopi menunjukkan nilai rendemen sebesar 0,310 %, kadar air sebesar 0,040 % serta kabur abu sebesar 0,053 %. Hasil ini telah memenuhi standar mutu arang aktif berdasarkan SNI No. 06-3730-1995. Hasil analisis gugus fungsi FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi O-H dan C-H di dalam ampas kopi yang merupakan proksi kandungan selulosa di dalam sampel. Hasil analisis pengamatan morfologi melalui mikroskop dengan perbesaran 40× dan 100× menunjukkan pori-pori hasil aktivasi.
2. Adsorpsi arang aktif ampas kopi terhadap Fe paling optimal terjadi pada kecepatan 200 *rpm* dengan waktu 45 menit, dengan hasil adsorpsi sebesar 99,997%.
3. Hasil uji regresi linier variabel waktu terhadap adsorpsi Fe menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0.099 yang lebih besar dari > probabilitas 0,05 sehingga dapat diartikan bahwa tidak ada pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi Fe. Sementara itu, uji regresi linier variabel kecepatan pengadukan terhadap adsorpsi Fe menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0.382 lebih besar dari > probabilitas 0,05 sehingga diartikan tidak ada pengaruh variabel kecepatan putaran terhadap adsorpsi Fe.

5.2. Saran

Adapun saran dan masukan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi untuk pemanfaatan ampas kopi menjadi arang aktif untuk permasalahan pengolahan logam berat besi (Fe) yang ada berada pada perairan dan limbah cair.

2. Penelitian lanjutan terhadap efektivitas arang aktif ampas kopi dalam proses penyerapan logam berat lainnya. Serta, mengenai variasi massa arang aktif ampas kopi yang digunakan untuk proses penyerapan logam berat Fe.



DAFTAR PUSTAKA

- Aisyahluka, S.Z., Firdaus, M.L., dan Elvia, R. (2018). Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Cangkang Bintaro (*Cerbera odollam*) Terhadap Zat Warna Sintetis *Reactive* RED-120 dan *Reactive* BLUE-198. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, 2(2), 148–155.
- Alfiany, H., Bahri, S., dan Nurakhirawati, N. (2013). Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Pb Dengan Beberapa Aktivator Asam. *Jurnal Natural Science*, 2(3), 75–86.
- Alimano, M., dan Syafila, M. (2014). Reduksi Ukuran Adsorben Untuk Memperbesar Diameter Pori dalam Upaya Meningkatkan Efisiensi Adsorpsi Minyak Jelantah. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 20(2), 173–182.
- Aman, F., Mariana, M., Mahidin, M., dan Maulana, F. (2018). Penyerapan limbah cair amonia menggunakan arang aktif ampas kopi. *Jurnal Litbang Industri*, 8(1), 47.
- Amanto, B.S., Siswanti, S., dan Atmaja, A. (2015). Kinetika Pengeringan Temu Giring (*Curcuma Heyneana Valetton & Van Zijp*) Menggunakan *Cabinet Dryer* dengan Perlakuan Pendahuluan Blanching. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 8(2), 107.
- Amrin, A., dan Ardilla, D. (2013). Analisis Besi (Fe) dan Aluminium (Al) dalam Tanah Lempung Secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*, 2(2), 17–22.
- Asmaningrum, H. P. (2016). Penentuan Kadar Besi (Fe) Dan Kesadahan Pada Air Minum Isi Ulang di Distrik Merauke Henie Poerwandar Asmaningrum Jurusan Pendidikan Kimia Yenni Pintauli Pasaribu Jurusan Pendidikan Kimia *Determination Of Level Of Iron (Fe) And Hardness In Refill Drink. Magistra*, 3(2), 95–104.
- Atminingtyas, S., Oktiawan, W., dan Wardana, I. W. (2016). Pengaruh Konsentrasi Aktivator Naoh Dan Tinggi Kolom Pada Arang Aktif dari Kulit Pisang Terhadap Efektivitas Penurunan Logam Berat Tembaga Dan Seng Limbah Cair Industri Elektroplating. *Jurnal Teknik Lingkungan UNDIP*, 5(1), 1–11.

- Baryatik, P., Moelyaningrum, A.D., Asihta, U., dan Nurcahyaningrih, W. (2019). Pemanfaatan Arang Aktif Ampas Kopi sebagai Adsorben Kadmium pada Air Sumur. *Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 02(1), 11–19.
- Estiaty, L. M. (2012). Keseimbangan dan Kinetika Adsorpsi Ion Cu^{2+} Pada Zeolit-H. *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*, 22(2), 115.
- Fathrizki, K.A., Ivanhoe, M.A., dan Sumaryono, M. (2018). Kandungan Logam Berat Besi (Fe), Timbal (Pb) dan Mangan (Mn) pada Air Sungai Santan. *JURNAL Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*, 4(2), 50–56.
- Febrina, L., dan Ayuna, A. (2015). Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air Pertumbuhan penduduk di Indonesia yang perumahan serta pemenuhan kebutuhan akan air bersih. *Teknologi*, 7(1), 1–44.
- Firmansyah, D., Yulianto, B., dan Sedjati, S. (2013). Studi Kandungan Logam Berat (Fe) Dalam Air, Sedimen Dan Jaringan Lunak Kerang Darah (*Anadara Granosa Linn*) di Sungai Morosari dan Sungai Gonjol Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. *Marine Research*, 2(2), 45–54.
- Handayani, A. (2010). Penggunaan Selulosa Daun Nanas Sebagai Adsorben Logam Berat Cd (Ii). In *Sains Kimia (Issue Ii)*.
- Irsyad, L.P., Yudianingsih, Y., dan Lestari, S. (2016). Perancangan Alat *Magnetic Stirrer* dengan Pengaturan Kecepatan Pengaduk dan Pengaturan Waktu Pengadukan. *Jurnal Infact*, 1(2), 22–29.
- Jamilatun, S., dan Setyawan, M. (2014). Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya untuk Penjernihan Asap Cair. *Spektrum Industri*, 12(1), 73.
- Lembang, M. (2014). Pembuatan dan kegunaan arang aktif. *Teknis eboni*, 11(2), 65–80.
- Limantara, J., Purnama, E.D., dan rizqy, M. T. (2019). Penggunaan Ampas Kopi Sebagai Material Alternatif pada Produk Interior. *Intra*, 7(2), 846–849.
- Louk, A., Suparta, G.B., dan Sutaji, H. I. (2017). Pemutakhiran Mikroskop Cahaya Monokuler Menjadi Mikroskop Digital Untuk Pembelajaran Siswa SMA/Sederajat. *Jurnal Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 2(2), 7–10.

- Maihendra, M., Fadli, A., Dan Zultiniar, Z. (2016). Kinetika Adsorpsi pada Penjerapan Ion Timbal Pb^{2+} Terlarut dalam Air Menggunakan Partikel Tricalcium Phosphate. *Jurnal FTEKNIK*, 3(2), 1–5.
- Mulyadi, I. (2019). Isolasi dan Karakterisasi Selulosa : Review. *Jurnal Saintika Unpam: Jurnal Sains dan Matematika Unpam*, 1(2), 177.
- Muna, A. (2011). *Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif dari Batang Pisang Sebagai Adsorben* (Issue 6). Semarang.
- Nabil, A., Fakhre, F., dan Ibrahim, B. M. (2018). *The use of new chemically modified cellulose for heavy metal ion adsorption. Journal of Hazardous Materials*, 343(2), 324–331.
- Nafi'ah, R. (2016). Kinetika Adsorpsi Pb (Ii) dengan Adsorben Arang Aktif dari Sabut. *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*, 1 (2), 28–37.
- Narasiang, A.A., Lasut, M.T., dan Kawung, N. J. (2015). Akumulasi Merkuri (Hg) Pada Ikan Di Teluk Manado. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 3(1), 8.
- Oktofiyani, R., Nurmalasari, N., dan Anggraeni, W. (2016). Penerimaan Sistem E-Learning Menggunakan Technology Acceptance Model (Tam) Studi Kasus Siswa/I Kelas X di SMU Negeri 92 Jakarta. *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, 12(1), 46–53.
- Qamariah, N., dan Yanti, R. (2018). Uji kuantitatif kadar zat besi dalam tumbuhan kelakai dan produk olahannya. *Surya Medika*, 3(2), 32–40.
- Sahara, E., Sulihingtyas, W.D. dan Mahardika, I. P. A. S. (2012). Pembuatan dan Karakterisasi Arang Aktif dari Batang Tanaman Gumitir (*Tagetes Erecta*) yang di aktivasi Dengan H_3PO_4 . *Kimia*, 1(2), 1–9.
- Said, N. I. (2018). Metode Penghilangan Logam Merkuri di dalam Air Limbah Industri. *Jurnal Air Indonesia*, 6(1).
- Samosir, A. F., Yulianto, B., dan Suryono, C. A. (2019). Arang aktif dari ampas kopi sebagai adsorben logam Cu terlarut dalam skala laboratorium. *Journal of Marine Research*, 8(3), 237–240.
- Sartika, Z., Mariana, M., dan Supardan, M. D. (2019). Penurunan Kadar COD, BOD dan Nitrit Limbah Pabrik Tahu Menggunakan Karbon Aktif Ampas Bubuk Kopi. *Jurnal Serambi Engineering*, 4(2), 557–564.

- Siswarni, M.Z., Ranita, L.I., dan Safitri, D. (2017). Pembuatan Biosorben Dari Biji Pepaya (*Carica Papaya L*) untuk Penyerapan Zat Warna. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6(2), 7–13.
- SNI 06-6989.7. (2004). Air dan air limbah –: Cara uji besi (Fe) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala. *Standar Nasional Indonesia*, 9.
- Suhartini, M. (2013). Modifikasi limbah kulit pisang untuk adsorben ion logam Mn (ii) dan Cr (vi). *Pusat Aplikasi Teknologi Isotop Dan Radiasi (PATIR)-BATAN*, 14(2), 229–234.
- Sulistiyani, M., dan Huda, N. (2017). Optimasi Pengukuran Spektrum Vibrasi Sampel Protein Menggunakan *Spektrofotometer Fourier Transform Infrared (FT-IR)*. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(2), 173–180.
- Supriyantini, E., dan Endrawati, H. (2015). Hypertensive Encephalopathy in a Child. *Kelautan Tropis*, 38(4), 307–312.
- Suyata, S., dan Irmanto, I. (2010). Optimasi Penurunan Nilai *BOD*, *COD* dan *TSS* Limbah Cair Industri Tapioka Menggunakan Arang Aktif dari Ampas Kopi. *Molekul*, 5(1), 22.
- Syauqiah, I., Amalia, M., dan Kartini, H. A. (2011). Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif. *Info Teknik*, 12(1), 11–20.
- Undang Undang No. 23 Tahun 1997. (1997). Pengelolaan Lingkungan Hidup. In *Presiden Republik Indonesia*.
- Verayana, V., Paputungan, M., dan Iyabu, H. (2018). Pengaruh Aktivator HCl dan H₃PO₄ terhadap Karakteristik (Morfologi Pori) Arang Aktif Tempurung Kelapa serta Uji Adsorpsi pada Logam Timbal (Pb). *Jurnal Entropi*, 13(1), 67–75.
- Yuningsih, L.M., Mulyadi, D., Dan Kurnia, A. J. (2016). Pengaruh Aktivasi Arang Aktif dari Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa Terhadap Luas Permukaan dan Daya Jerap Iodin. *Kimia VALENSI*, 2(1), 30–34.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Tahapan Persiapan dan Preparasi Sampel.



Pengambilan ampas kopi



Penimbangan ampas kopi 1 kg



Ampas kopi di oven pada suhu 105°C



Ampas kopi ditimbang sampai gravimetri



Pembuatan larutan standar HCl 0,1 M



Ampas kopi dihaluskan



Ampas kopi dihaluskan ukuran 40
mesh



Ampas kopi direndam selama 48 jam



Ampas kopi ditiriskan dengan kertas
saring



Ampas dikeringkan pada suhu 105°C
selama 2 jam



Ampas kopi di *muffle furnace* pada
suhu 350°C selama 3,5 jam



Ampas Kopi didinginkan didalam
desikator



Pembuatan larutan standar Fe 1000 ml



Ampas kopi ditimbang sebanyak 10 gr



Pengadukan dengan kecepatan 200
rpm



Pengadukan dengan kecepatan 300
rpm



Pengadukan dengan kecepatan 400
rpm



Supernatant pada pengadukan dengan
kecepatan 200 *rpm*



Supernatant pada pengadukan dengan
kecepatan 300 *rpm*



Supernatant pada pengadukan dengan
kecepatan 400 *rpm*

Lampiran 2. Hasil Data Penelitian.

1. Hasil Uji Awal Larutan Standar Besi (Fe)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SYIAH KUALA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN KIMIA
LABORATORIUM ANALISIS INSTRUMENTASI KIMIA
DARUSSALAM BANDA ACEH

=====

LEMBAR HASIL UJI
No : 066/B/LA/Kim/2020

Sampel ID : Larutan Fe
Permintaan : Satrio Budi yanto
Lokasi Sampling : Lamreung
Tanggal Penerimaan : 12 Oktober 2020
Tanggal Analisa : 19 Oktober 2020
Hasil Analisa :

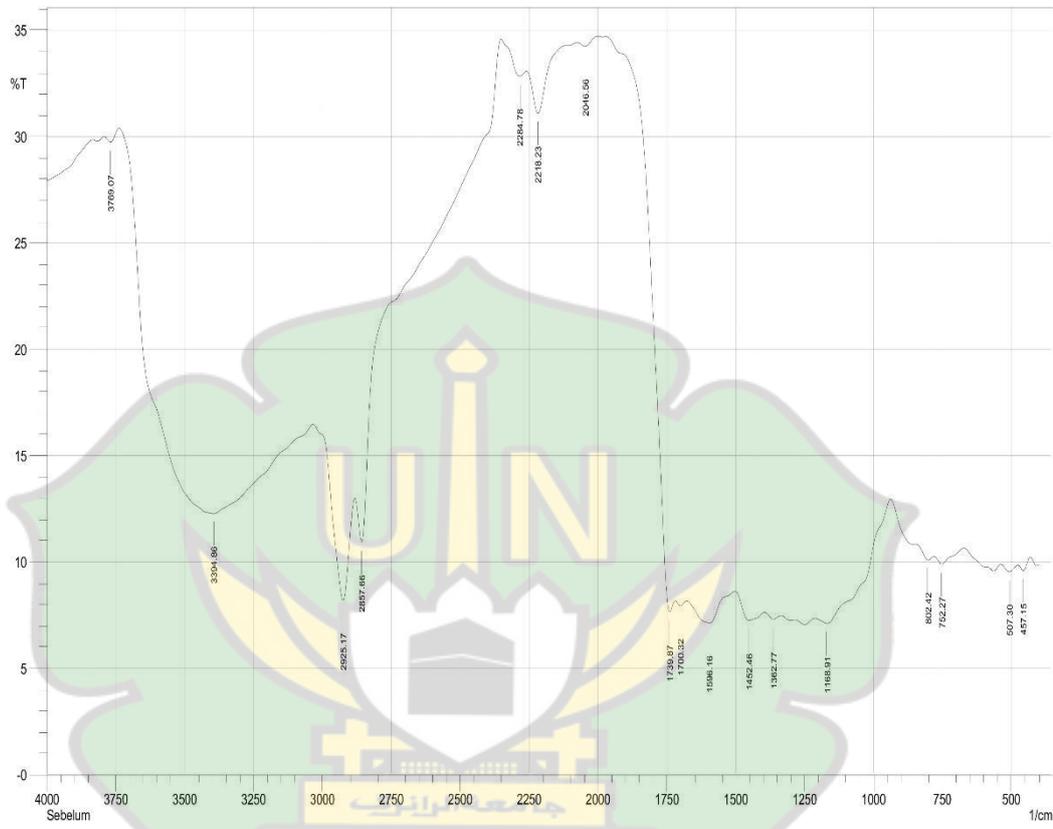
No	Sampel ID	Hasil Analisa Fe (mg/L)	Metode Analisa
1	Larutan Fe	13,4571	AAS

Darussalam 20 Oktober 2020
Laboratorium Analisis Instrumentasi Kimia
Kepala



Dr. Lelifajri, M.Si
Nip. 197002212000032002

2. FTIR Sebelum

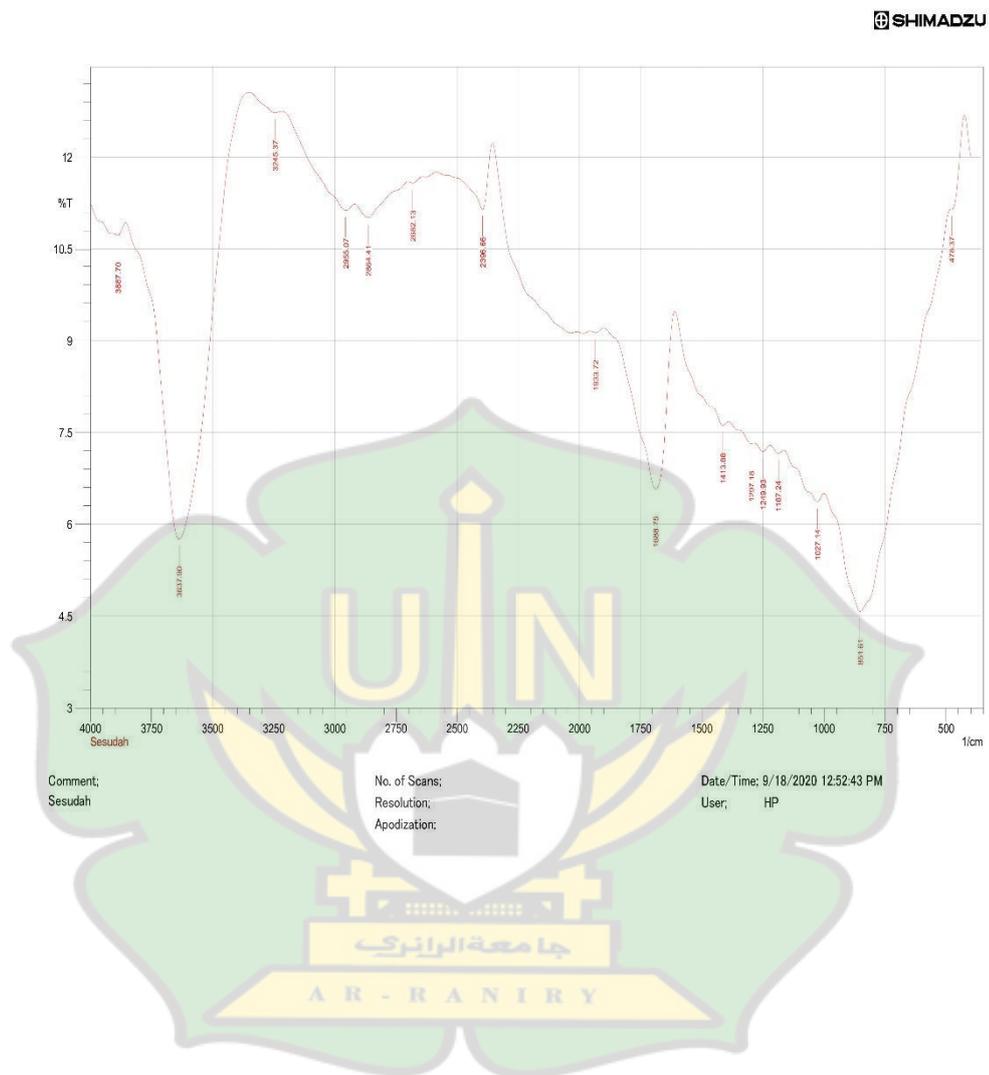


Comment:
Sebelum

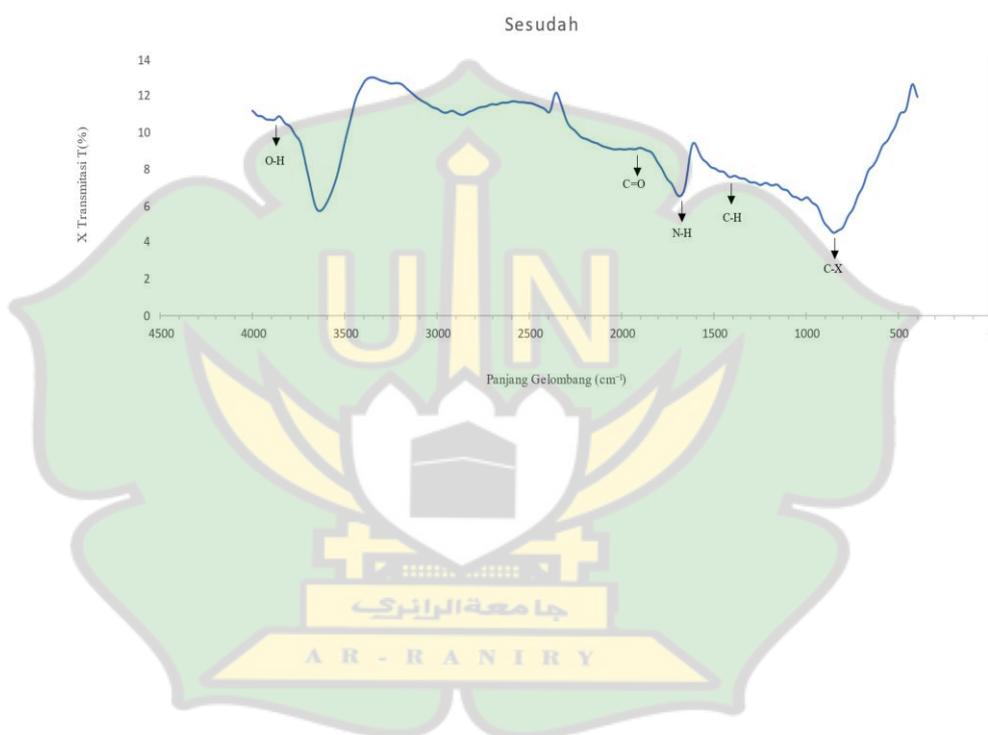
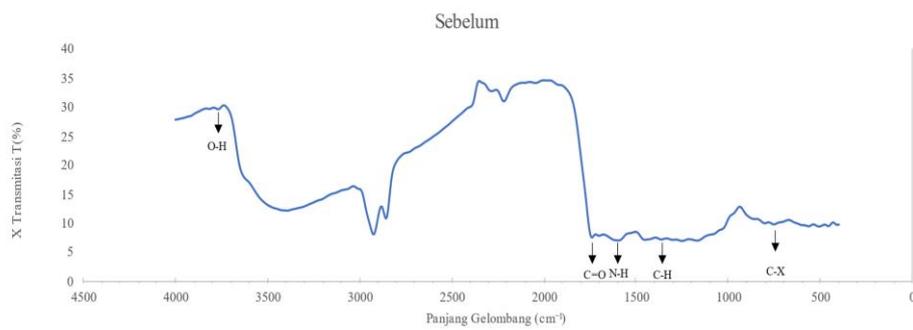
No. of Scans;
Resolution;
Apodization;

Date/Time; 9/18/2020 12:40:28 PM
User; HP

3. FTIR Sesudah



4. Nilai Transmisi Gugus Fungsi FTIR





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SYIAH KUALA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN KIMIA
LABORATORIUM ANALISIS INSTRUMENTASI KIMIA
DARUSSALAM BANDA ACEH

LEMBAR HASIL UJI
No : 055/B/LA/Kim/2020

Sampel ID : Filtrat Fe
Permintaan : Satrio Budi Yanto
Lokasi Sampling : -
Tanggal Penerimaan : 22 September 2020
Tanggal Analisa : 25 September 2020
Hasil Analisa :

No	Sampel ID	Hasil Analisa Fe (mg/L)	Metode Analisa
1	200 rpm	15 menit	2,2857
2		30 menit	7,4286
3		45 menit	0,6
4		60 menit	1,4286
5		75 menit	6
6	300 rpm	15 menit	9,7143
7		30 menit	0,9143
8		45 menit	0,9714
9		60 menit	1,1786
10		75 menit	1,7157
11	400 rpm	15 menit	18,00
12		30 menit	4,00
13		45 menit	2,8571
14		60 menit	1,0514
15		75 menit	5,1429

AAS

Darussalam 28 September 2020
Laboratorium Analisis Instrumentasi Kimia
Kuala
Dr. Leliani, M.Si
Nip. 197002212000032002

جامعة الزائري

AR-RANIRY

Lampiran 3. Hasil Analisis Regresi Linier Sederhana.

1. Hasil analisis regresi waktu terhadap Fe.

Variables Entered/Removed			
Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Waktu ^b	.	Enter
a. Dependent Variable: Fe			
b. All requested variables entered.			

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.443 ^a	.196	.134	.019390
a. Predictors: (Constant), Waktu				

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.001	1	.001	3.167	.099 ^b
	Residual	.005	13	.000		
	Total	.006	14			
a. Dependent Variable: Fe						
b. Predictors: (Constant), Waktu						

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	99.962	.012		8513.731	.000
	Waktu	.000	.000	.443	1.780	.099
a. Dependent Variable: Fe						

a= 99.962 (merupakan angka konstan yang mempunyai arti bahwa tidak ada Fe (X) maka nilai konsisten waktu (Y) adalah sebesar 99.962 b= angka koefisiensi regresi. Nilainya sebesar 0.000. Angka ini mengandung arti bahwa setiap penambahan 1% tingkat Fe (X), maka waktu (Y) akan meningkat sebesar 0.000. Karena nilai koefisiensi regresi bernilai plus (+), maka dengan demikian dapat dikatakan bahwa Fe (X) *berpengaruh* plus terhadap waktu (Y). sehingga persamaan regresinya adalah $Y = 99.962 + 0.000 X$

Uji hipotesis membandingkan Nilai Sig dengan 0,05

H0= tidak ada pengaruh Fe (X) terhadap waktu (Y)

H_a = ada pengaruh Fe (X) terhadap waktu (Y)

Adapun yang menjadi dasar pengambilan keputusan dalam analisis regresi dengan melihat sig hasil output spss adalah:

1. Jika nilai sig lebih kecil < dari probabilitas 0,05 mengandung arti bahwa ada pengaruh Fe (X) terhadap waktu (Y).
2. Sebaliknya, jika nilai sig lebih besar > dari probabilitas 0,05 mengandung arti bahwa tidak ada pengaruh Fe (X) terhadap waktu (Y).

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	99.962	.012		8513.731	.000
	Waktu	.000	.000	.443	1.780	.099

a. Dependent Variable: Fe

Berdasarkan output di atas diketahui nilai sig sebesar 0.099 lebih besar dari > probabilitas 0,05, sehingga dapat disimpulkan dapat disimpulkan H_0 diterima dan H_a ditolak yang berarti bahwa *tidak ada pengaruh Fe (X) terhadap waktu (Y)*.

Uji hipotesis membandingkan nilai T hitung dengan T tabel

Pengujian hipotesis ini sering disebut uji t, dimana dasar pengambilannya keputusan dalam uji t adalah:

1. Jika nilai t hitung lebih besar > dari tabel t maka ada pengaruh Fe (X) terhadap waktu (Y).
2. Sebaliknya, jika nilai t hitung lebih kecil < dari tabel maka tidak ada pengaruh Fe (X) terhadap waktu (Y).

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	99.962	.012		8513.731	.000
	Waktu	.000	.000	.443	1.780	.099

a. Dependent Variable: Fe

Berdasarkan output diatas diketahui nilai t hitung sebesar 1.780. karena nilai t hitung sudah ditemukan, maka Langkah selanjutnya kita akan mencari nilai t tabel. Adapun rumus dalam mencari t tabel adalah:

$$\text{Nilai } \alpha/2 = 0,05/2 = 0,025$$

$$\text{Derajat kebebasan (df)} = n-2 = 12-2 = 10$$

Nilai 0,025; 10 maka di dapat nilai t adalah sebesar 2,228

Karena nilai t hitung sebesar 1.780 lebih kecil dari $< 2,228$, sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima dan H_a ditolak, yang berarti *tidak ada pengaruh Fe (X) terhadap waktu (Y)*.

Melihat besarnya pengaruh variabel X terhadap Y

Mengetahui besarnya pengaruh Fe (X) terhadap waktu (Y) dalam analisis regresi linear sederhana, kita dapat berpedoman pada nilai R square atau R^2 yang terdapat pada output SPSS bagian model summary.

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.443 ^a	.196	.134	.019390
a. Predictors: (Constant), Waktu				

Dari output diatas diketahui nilai R square sebesar 0.196. Nilai ini mengandung arti bahwa pengaruh Fe (X) terhadap waktu (Y) adalah sebesar 19,6%. Kesimpulan dari pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa Fe (Y) *tidak berpengaruh* terhadap waktu (Y) dengan persentase sebesar 19,6%.

2. Hasil analisis regresi rpm terhadap Fe.

Variables Entered/Removed			
Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Fe ^b	.	Enter
a. Dependent Variable: rpm			
b. All requested variables entered.			

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.243 ^a	.059	-.013	85.069
a. Predictors: (Constant), Fe				

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5922.611	1	5922.611	.818	.382 ^b
	Residual	94077.389	13	7236.722		
	Total	100000.000	14			
a. Dependent Variable: rpm						
b. Predictors: (Constant), Fe						

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	98991.629	109092.443		.907	.381
	Fe	-987.102	1091.130	-.243	-.905	.382
a. Dependent Variable: rpm						

a= 98991.629 (merupakan angka konstan yang mempunyai arti bahwa tidak ada Fe (X) maka nilai konsisten rpm (Y) adalah sebesar 98991.629 b= angka koefisiensi regresi. Nilainya sebesar -987.102. Angka ini mengandung arti bahwa setiap penambahan 1% tingkat Fe (X), maka rpm (Y) akan meningkat sebesar -987.102. Karena nilai koefisiensi regresi bernilai plus (+), maka dengan demikian dapat dikatakan bahwa Fe (X) *berpengaruh* plus terhadap waktu (Y). sehingga persamaan regresinya adalah $Y = 98991.629 - 987.102 X$

Uji hipotesis membandingkan Nilai Sig dengan 0,05

H₀= tidak ada pengaruh Fe (X) terhadap rpm (Y)

H_a= ada pengaruh Fe (X) terhadap rpm (Y)

Adapun yang menjadi dasar pengambilan keputusan dalam analisis regresi dengan melihat sig hasil output spss adalah:

1. Jika nilai sig lebih kecil < dari probabilitas 0,05 mengandung arti bahwa ada pengaruh Fe (X) terhadap rpm (Y).
2. Sebaliknya, jika nilai sig lebih besar > dari probabilitas 0,05 mengandung arti bahwa tidak ada pengaruh Fe (X) terhadap rpm (Y).

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	98991.629	109092.443		.907	.381
	Fe	-987.102	1091.130	-.243	-.905	.382

a. Dependent Variable: rpm

Berdasarkan output di atas diketahui nilai sig sebesar 0.382 lebih besar > dari probabilitas 0,05, sehingga dapat disimpulkan dapat disimpulkan H0 diterima dan Ha ditolak yang berarti bahwa *tidak ada pengaruh Fe (X) terhadap rpm (Y)*.

Uji hipotesis membandingkan nilai T hitung dengan T tabel

Pengujian hipotesis ini sering disebut uji t, dimana dasar pengambilannya keputusan dalam uji t adalah:

1. Jika nilai t hitung lebih besar > dari tabel t maka ada pengaruh Fe (X) terhadap rpm (Y).
2. Sebaliknya, jika nilai t hitung lebih kecil < dari tabel maka tidak ada pengaruh Fe (X) terhadap rpm (Y).

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	98991.629	109092.443		.907	.381
	Fe	-987.102	1091.130	-.243	-.905	.382

a. Dependent Variable: rpm

Berdasarkan output diatas diketahui nilai t hitung sebesar -0,905. karena nilai t hitung sudah ditemukan, maka Langkah selanjutnya kita akan mencari nilai t tabel.

Adapun rumus dalam mencari t tabel adalah:

$$\text{Nilai } \alpha/2 = 0,05/2 = 0,025$$

Derajat kebebasan (df)= $n-2= 12-2= 10$

Nilai 0,025; 10 maka di dapat nilai t adalah sebesar 2,228

Karena nilai t hitung sebesar -0,905 lebih kecil dari $< 2,228$, sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima dan H_a ditolak, yang berarti *tidak ada pengaruh Fe (X) terhadap rpm (Y)*.

Melihat besarnya pengaruh variabel X terhadap Y

Mengetahui besarnya pengaruh Fe (X) terhadap rpm (Y) dalam analisis regresi linear sederhana, kita dapat berpedoman pada nilai R square atau R^2 yang terdapat pada output SPSS bagian model summary.

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.243 ^a	.059	-.013	85.069
a. Predictors: (Constant), Fe				

Dari output diatas diketahui nilai R square sebesar 0.059. Nilai ini mengandung arti bahwa pengaruh Fe (X) terhadap rpm (Y) adalah sebesar 5,9 %.

Kesimpulan dari pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa Fe (Y) *tidak berpengaruh* terhadap rpm (Y) dengan persentase sebesar 5,9 %.