



**OPTIMALISASI ARANG AKTIF PULP KOPI TERAKTIVASI NATRIUM  
HIDROKSIDA SEBAGAI ADSORBEN LIMBAH CAIR KOPI**

**SKRIPSI**

Oleh

**Bagas Yoga Pratama  
NIM 151710201074**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**



**OPTIMALISASI ARANG AKTIF PULP KOPI TERAKTIVASI NATRIUM  
HIDROKSIDA SEBAGAI ADSORBEN LIMBAH CAIR KOPI**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

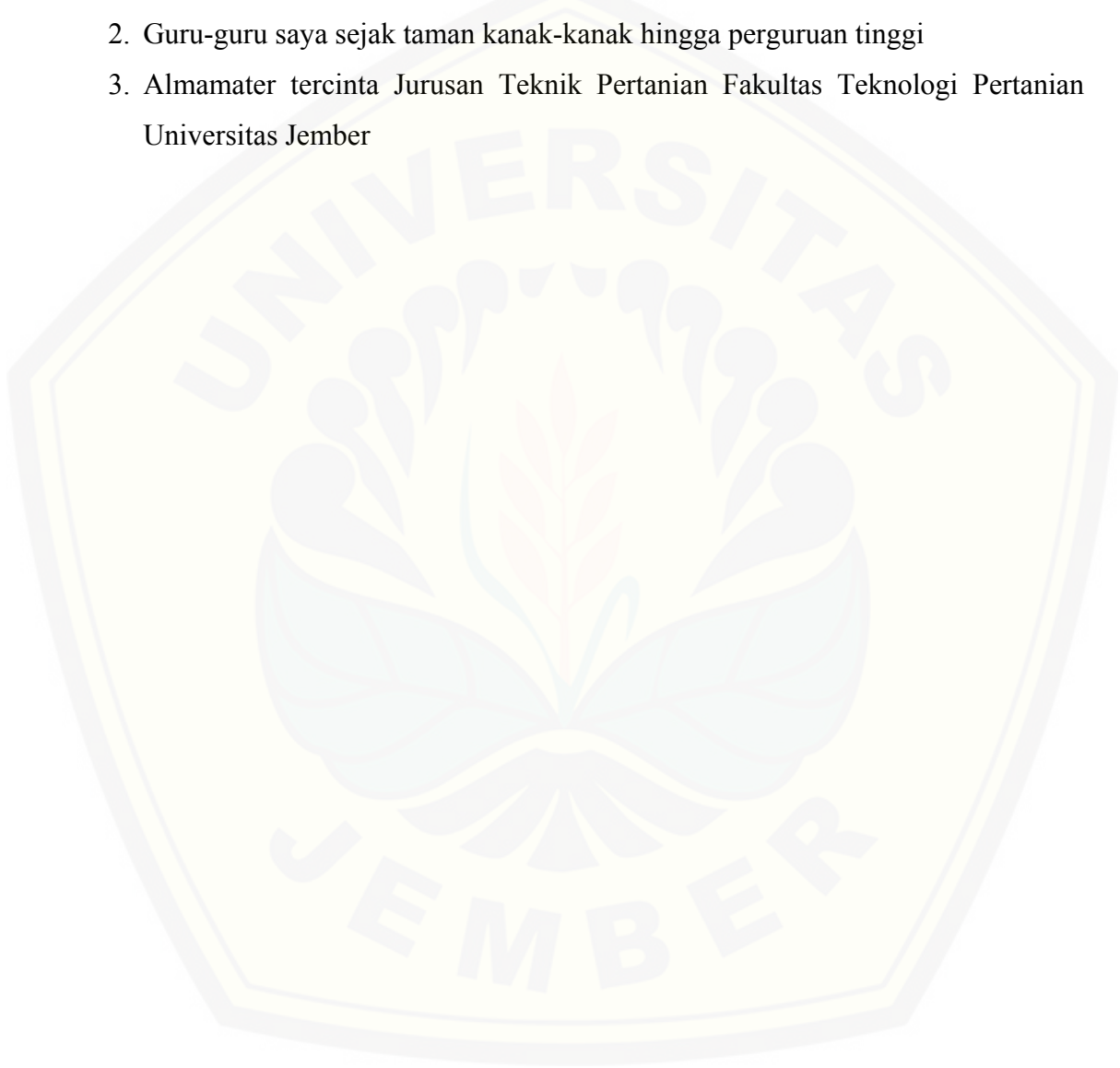
**Bagas Yoga Pratama  
NIM 151710201074**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan sebagai rasa terimakasih saya yang tidak terkira kepada:

1. Kedua orang tua saya ibu Fatimah dan ayah Djumadiono
2. Guru-guru saya sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi
3. Almamater tercinta Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember



## MOTTO

”Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”.  
(terjemahan Surat *Al Insyirah* ayat 5-6)<sup>\*)</sup>

“Orang yang menuntut ilmu berarti menuntut rahmat ; orang yang menuntut ilmu berarti menjalankan rukun Islam dan pahala yang diberikan kepada sama dengan para Nabi”.  
(HR. Dailani dari Anas r.a)<sup>\*\*)</sup>

---

<sup>\*)</sup> Departemen Agama Republik Indonesia. 2010. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: Jabal.

<sup>\*\*)</sup> Nashiruddin, M. 2005. *Mukhtashar Shahih Muslim*. Jakarta: Gema Insani.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bagas Yoga Pratama

NIM : 151710201074

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Optimalisasi Arang Aktif Pulp Kopi Teraktivasi Natrium Hidroksida Sebagai Adsorben Limbah Cair Kopi” adalah benar-benar hasil karya 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.

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

Jember, 3 Juli 2019  
Yang menyatakan,

Bagas Yoga Pratama  
NIM 151710201074

**SKRIPSI**

**OPTIMALISASI ARANG AKTIF PULP KOPI TERAKTIVASI NATRIUM  
HIDROKSIDA SEBAGAI ADSORBEN LIMBAH CAIR KOPI**

Oleh

**Bagas Yoga Pratama**  
**NIM 151710201074**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Elida Novita, S.Tp, M.T

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Optimalisasi Arang Aktif Pulp Kopi Teraktivasi Natrium Hidroksida Sebagai Adsorben Limbah Cair Kopi” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 03 Juli 2019

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Elida Novita, S.T.P., M.T.  
NIP. 197311301999032001

Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T.  
NIP. 197211301999032001

Tim Penguji:

Penguji Utama,

Penguji Anggota,

Ir. Tasliman, M.Eng.  
NIP. 196208051993021002

Bayu Taruna Widjaja Putra., S.T.P., M.Eng.  
NIP. 198410082008121002

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.T.P., M.Eng.  
NIP. 19680923 199403 1 009

## RINGKASAN

**Optimalisasi Arang Aktif Pulp Kopi Teraktivasi Natrium Hidroksida Sebagai Adsorben Limbah Cair Kopi**; Bagas Yoga Pratama, 151710201074; 2019; 52 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Salah satu karakteristik pencemaran pada limbah pengolahan kopi adalah warna. Limbah cair pengolahan kopi memiliki warna kecokelatan terutama berasal dari komponen flavonoid kulit buah pada saat pengupasan. Limbah cair kopi selain berbau tidak sedap, beberapa saat kemudian akan berubah warnanya menjadi cokelat pucat. Warna cokelat yang gelap ini dapat berdampak negatif terhadap proses fotosintesis dan transformasi nutrisi pada tanaman air. Hal ini juga berakibat menurunnya kualitas perairan dan makhluk hidup yang tinggal di dalamnya akan terganggu.

Usaha penanggulangan dalam menurunkan konsentrasi warna limbah cair dapat menggunakan metode adsorpsi menggunakan arang aktif. Kulit pulp kopi memiliki kandungan selulosa dan senyawa organik yang berpotensi sebagai bahan dasar dalam pembuatan arang aktif. Pembuatan arang aktif pulp kopi dilakukan dengan proses aktivasi secara kimia menggunakan NaOH 1 M. Aktivasi secara kimia dipilih karena menghasilkan tingkat luas permukaan arang yang besar dan mampu menghasilkan pori-pori yang sempurna. Pengoptimalan arang aktif pulp kopi dilakukan dengan menganalisis karakteristiknya berdasarkan SNI-06-3730-1995 serta menentukan ukuran partikel optimum, massa optimum dan waktu kontak optimum.

Keterbatasan pengolahan kopi dan waktu panen yang singkat kesulitan dalam mendapatkan limbah cair kopi, sebagai pendekatannya penelitian ini menggunakan limbah cair kopi sintetik. Limbah cair kopi sintetik disesuaikan kandungan bahan pencemarannya dengan limbah cair kopi sebenarnya.

Pengukuran panjang gelombang sampel limbah cair sintetik dilakukan untuk mengetahui serapan maksimum warna pada sampel. Hasil diperoleh bahwa



panjang gelombang maksimum sampel limbah cair warna kecoklatan ada pada panjang gelombang 475 nm. Berdasarkan hasil analisis, arang aktif dari pulp kopi memiliki kadar air sebesar 3,43%, kadar abu 2,3% dan daya serap  $I_2$  15231,6 mg/g. Hasil karakterisasi arang aktif pulp kopi memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI-06-3730-1995. Parameter yang diukur meliputi perhitungan penurunan kekeruhan dan penurunan warna. Penentuan ukuran partikel optimum terdiri dari 3 jenis perlakuan meliputi ukuran partikel <80 mesh, 80 mesh dan 100 mesh. Hasil diperoleh penurunan terbesar dalam mengadsorpsi warna sampel limbah cair sintetik adalah arang dengan ukuran partikel 100 mesh sebesar 89,69% pada penurunan kekeruhan dan 11,20% pada penurunan warna. Hal ini karena semakin kecil ukuran partikel maka pori-pori permukaan arang semakin besar sehingga daya adsorpsi meningkat. Pada penentuan massa optimum arang terdiri dari perlakuan 2, 4, 6, 8 dan 10 gr. Hasil pengukuran diperoleh bahwa massa arang aktif 10 gr memiliki tingkat penurunan kekeruhan dan penurunan warna terbesar berturut-turut yaitu 97,01% dan 16,80%. Hal ini disebabkan semakin besar massa arang yang digunakan maka luas permukaan dan jumlah pori-pori semakin banyak sehingga daya serap terhadap limbah meningkat. Pada penentuan waktu kontak optimum menggunakan variasi waktu 30, 60, 90, 120 dan 150 menit. Hasil menunjukkan bahwa penurunan kekeruhan dan penurunan warna terbesar berturut-turut terjadi pada menit ke 90 yaitu 94,60% dan 34,56%. Namun, seiring berjalannya waktu pada menit 120 dan 150 tingkat adsorpsi arang menurun. Hal ini karena arang aktif mencapai kejenuhan yang artinya tidak ada lagi pori-pori arang yang masih mampu menyerap warna pada sampel.

## SUMMARY

**Optimization of Active Character of Activated Coffee Pulp Sodium Hydroxide as Adsorben Coffee Water Waste;** Bagas Yoga Pratama, 151710201074; 2019; 52 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

One of pollution characteristics coffee processing waste is color. Coffee processing waste water has a brownish color mainly derived from the flavonoid component of fruit peels during stripping. Coffee waste water in addition to bad smell, a few moments later it will change color to pale brown. This dark brown color can have a negative impact on photosynthesis and nutrient transformation in aquatic plants. This will result in a decrease in the quality of the waters and organism will be disrupted.

The countermeasure method in reducing the color concentration of water waste can use adsorption using activated charcoal. The skin of coffee pulp contains cellulose and organic compounds that have the potential as raw material for making activated charcoal. The production of activated coffee pulp is carried out chemically by using NaOH 1 M. Chemical activation was chosen because it produced a large surface area of charcoal and was able to produce perfect pores. The characteristics of coffee pulp activated charcoal are optimized based on SNI-06-3730-1995 and determine the optimum particle size, optimum mass and optimum contact time.

The limitations of coffee processing and short harvest time have difficulty getting coffee water waste, as the approach of this research uses synthetic coffee water waste. Synthetic coffee water waste is adjusted to the content of the contamination with actual coffee water waste.

Measurements of wavelengths of synthetic liquid waste samples were carried out to determine the maximum color absorption in the sample. The results showed that the maximum wavelength of the brownish water waste sample was at a wavelength of 475 nm. The results show that the coffee charcoal activated

charcoal has a moisture content of 3.43%, 2.3% ash content and I2 absorbency 15231.6 mg / g. The results of the characterization of activated charcoal of coffee pulp meet the requirements in accordance with SNI-06-3730-1995. The measured parameters include the calculation of the decrease in turbidity and color degradation. Determination of optimum particle size consists of 3 types of treatment including particle size <80 mesh, 80 mesh and 100 mesh. The results obtained the largest decrease in adsorbing color of synthetic water waste samples is charcoal with a particle size of 100 mesh at 89.69% in a decrease in turbidity and 11.20% in a decrease in color. This is because the smaller particle size the larger surface of the charcoal so that the adsorption power increases. The optimum mass determining of charcoal consists of treatments 2, 4, 6, 8 and 10 gr. The measurement results showed that the active char mass of 10 gr had the highest reduction in turbidity and the decrease in color respectively were 97.01% and 16.80%. This is because the greater the mass of charcoal used, more surface area and amount of pores so that the absorption of waste increases. The optimum contact time determination uses a time variation of 30, 60, 90, 120 and 150 minutes. The results showed that the largest decrease in turbidity and color decline occurred in the 90 minute is 94.60% and 34.56% respectively. However, as time went on at 120 minutes and 150 charcoal adsorption levels decreased. This is because activated charcoal reaches saturation, which means that there are no more pores of charcoal that are still able to absorb color in the sample.

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Optimalisasi Arang Aktif Pulp Kopi Teraktivasi Natrium Hidroksida Sebagai Adsorben Limbah Cair Kopi”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

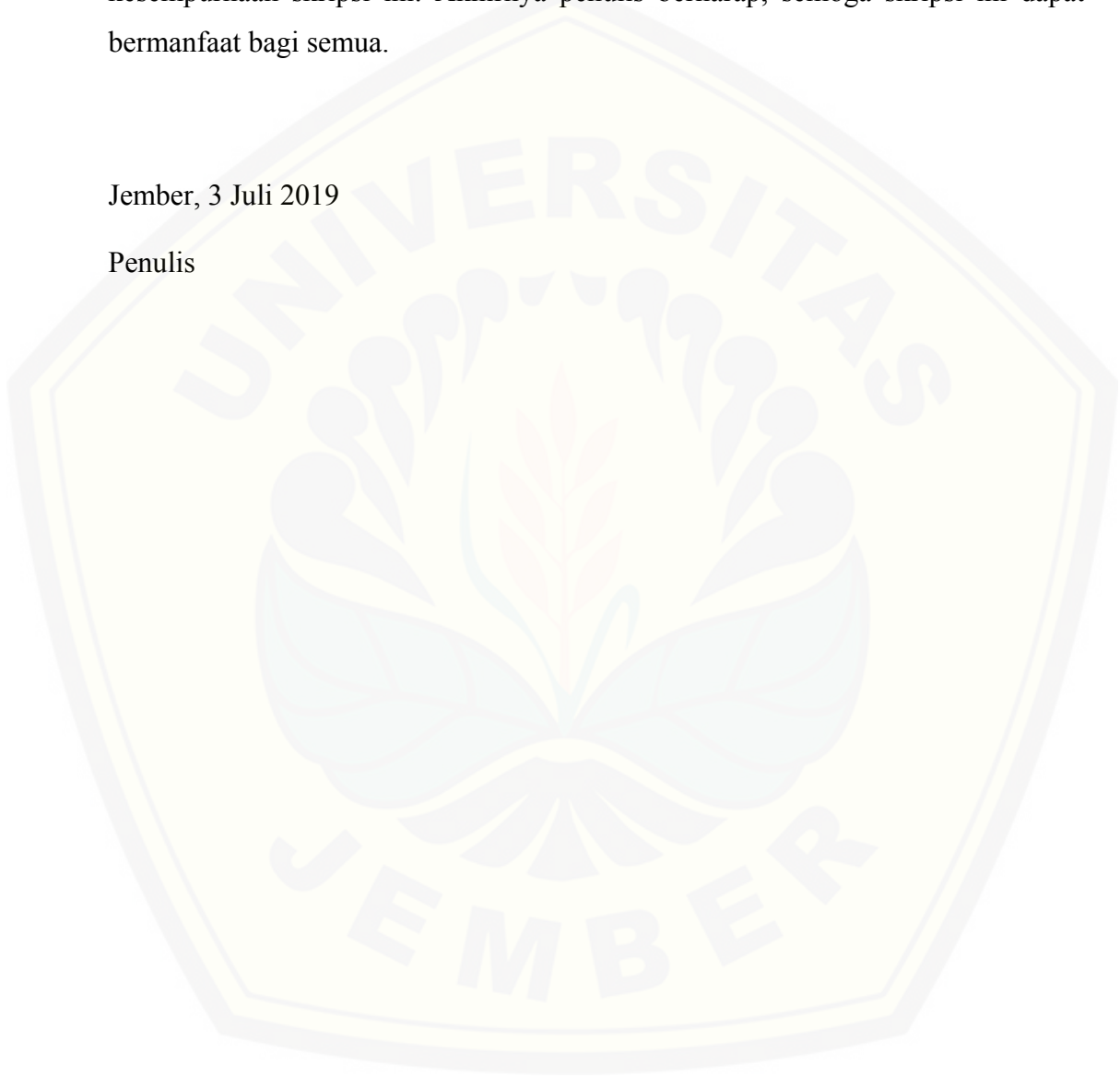
1. Dr. Elida Novita, S.Tp, M.T, selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
3. Dr. Dedy Wirawan Soedibyo, S.TP., M.Si., selaku dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
4. Ir. Tasliman, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Akademik atas bimbingan dan motivasi yang diberikan selama ini;
5. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terimakasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
6. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, terimakasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan lainnya;
7. Keluarga saya, Kedua orang tua saya, Ibu Fatimah dan Ayah Djumadiono yang selalu memberikan semangat dan doa setiap waktu;
8. Teman-temanku TEP-C 2015 dan teman seangkatan 2015 yang penuh dengan semangat dan kasih sayang, terimakasih bantuan, nasihat, dan motivasinya;

9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, 3 Juli 2019

Penulis



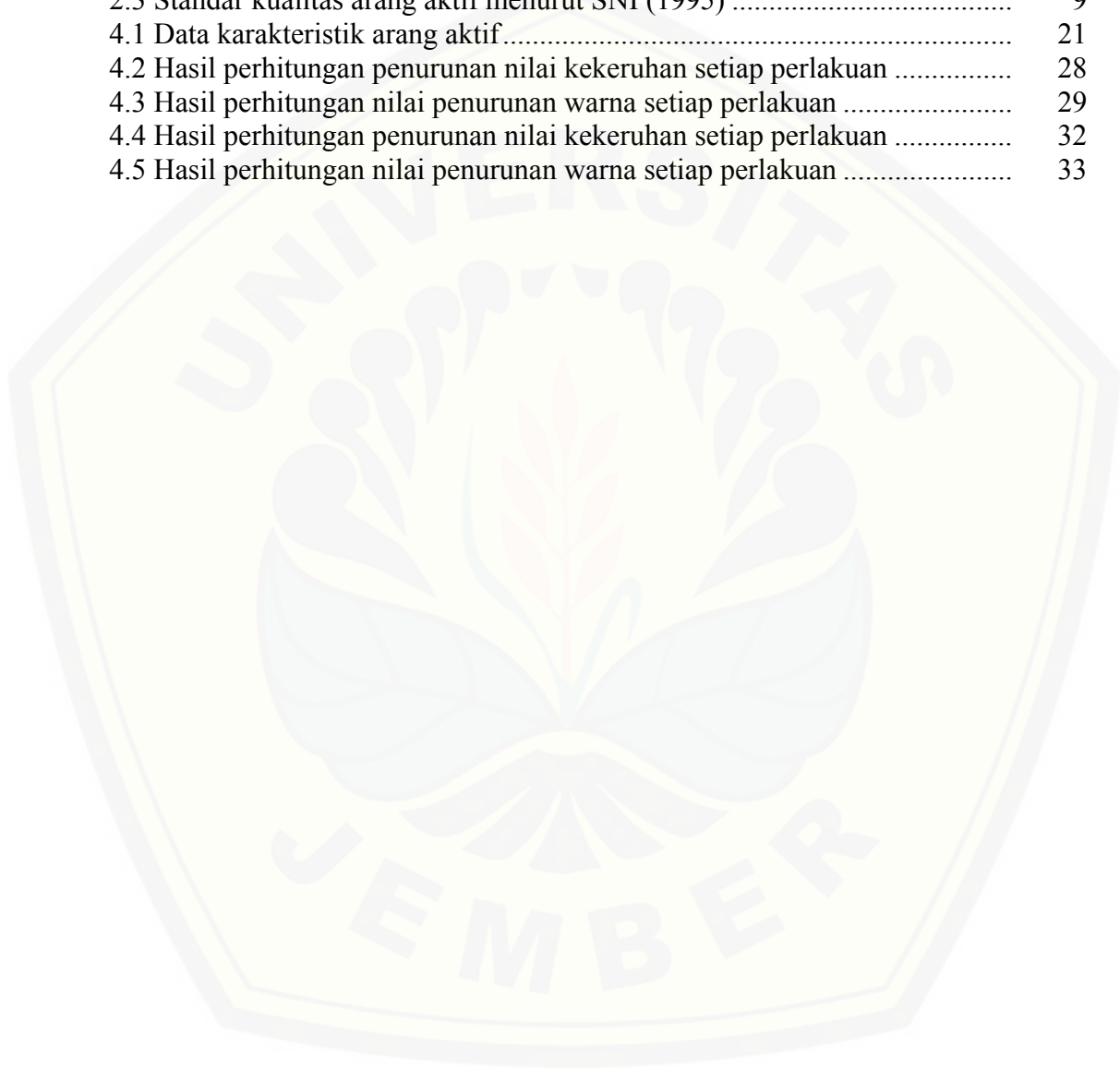
DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN/SUMMARY .....</b>	<b>viii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Batasan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Tujuan Penelitian.....</b>	<b>2</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian.....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Kopi.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Proses Pengolahan Kopi di KUPK Sidomulyo.....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 Limbah Pada Pengolahan Kopi.....</b>	<b>6</b>
2.3.1 Limbah Cair Kopi .....	6
2.3.1 Limbah Padat Kulit Kopi .....	7
<b>2.4 Arang Aktif.....</b>	<b>7</b>
<b>2.5 Adsorpsi .....</b>	<b>10</b>
2.5.1 Definisi Adsorpsi .....	10
2.5.2 Faktor-Faktor Adsorpsi .....	10
<b>2.6 Adsorben .....</b>	<b>12</b>
<b>2.7 Panjang Gelombang Spektrofotometer UV-Vis.....</b>	<b>12</b>
<b>2.8 Kekeruhan .....</b>	<b>13</b>
<b>2.9 Optimasi Arang Aktif.....</b>	<b>13</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....</b>	<b>14</b>
3.2.1 Alat.....	14
3.2.2 Bahan .....	14
<b>3.3 Tahapan Penelitian .....</b>	<b>15</b>
3.3.1 Persiapan Penelitian.....	16
3.3.2 Pembuatan Adsorben Kulit Buah ( <i>Pulp</i> ) Kopi .....	16
3.3.3 Pembuatan Larutan NaOH 1 M .....	16
3.3.4 Karakterisasi Arang Aktif.....	17

3.3.5 Pembuatan Sampel Limbah Cair Kopi Sintetik.....	18
3.3.6 Penentuan Serapan Panjang Gelombang Maksimum .....	19
3.3.7 Penentuan Ukuran Partikel Optimum .....	19
3.3.8 Penentuan Massa Optimum .....	19
3.3.9 Penentuan Waktu Kontak Optimum .....	19
3.3.10 Metode Perhitungan .....	20
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>21</b>
<b>4.1 Karakteristik Arang Aktif Pulp Kopi.....</b>	<b>21</b>
4.1.1 Kadar Air .....	21
4.1.2 Kadar Abu.....	22
4.1.3 Daya Serap Terhadap Iodium .....	22
<b>4.2 Pembuatan Sampel Larutan Limbah Cair Kopi Sintetik.....</b>	<b>23</b>
<b>4.3 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum.....</b>	<b>24</b>
<b>4.4 Ukuran Partikel Optimum Adsorben .....</b>	<b>26</b>
<b>4.5 Massa Optimum Adsorben .....</b>	<b>28</b>
<b>4.6 Waktu Kontak Optimum Adsorben .....</b>	<b>32</b>
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>37</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>37</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>37</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>41</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Estimasi proses pengolahan kopi semi basah .....	6
2.2 Kandungan kimia limbah kulit kopi.....	7
2.3 Standar kualitas arang aktif menurut SNI (1995) .....	9
4.1 Data karakteristik arang aktif.....	21
4.2 Hasil perhitungan penurunan nilai kekeruhan setiap perlakuan .....	28
4.3 Hasil perhitungan nilai penurunan warna setiap perlakuan .....	29
4.4 Hasil perhitungan penurunan nilai kekeruhan setiap perlakuan .....	32
4.5 Hasil perhitungan nilai penurunan warna setiap perlakuan .....	33



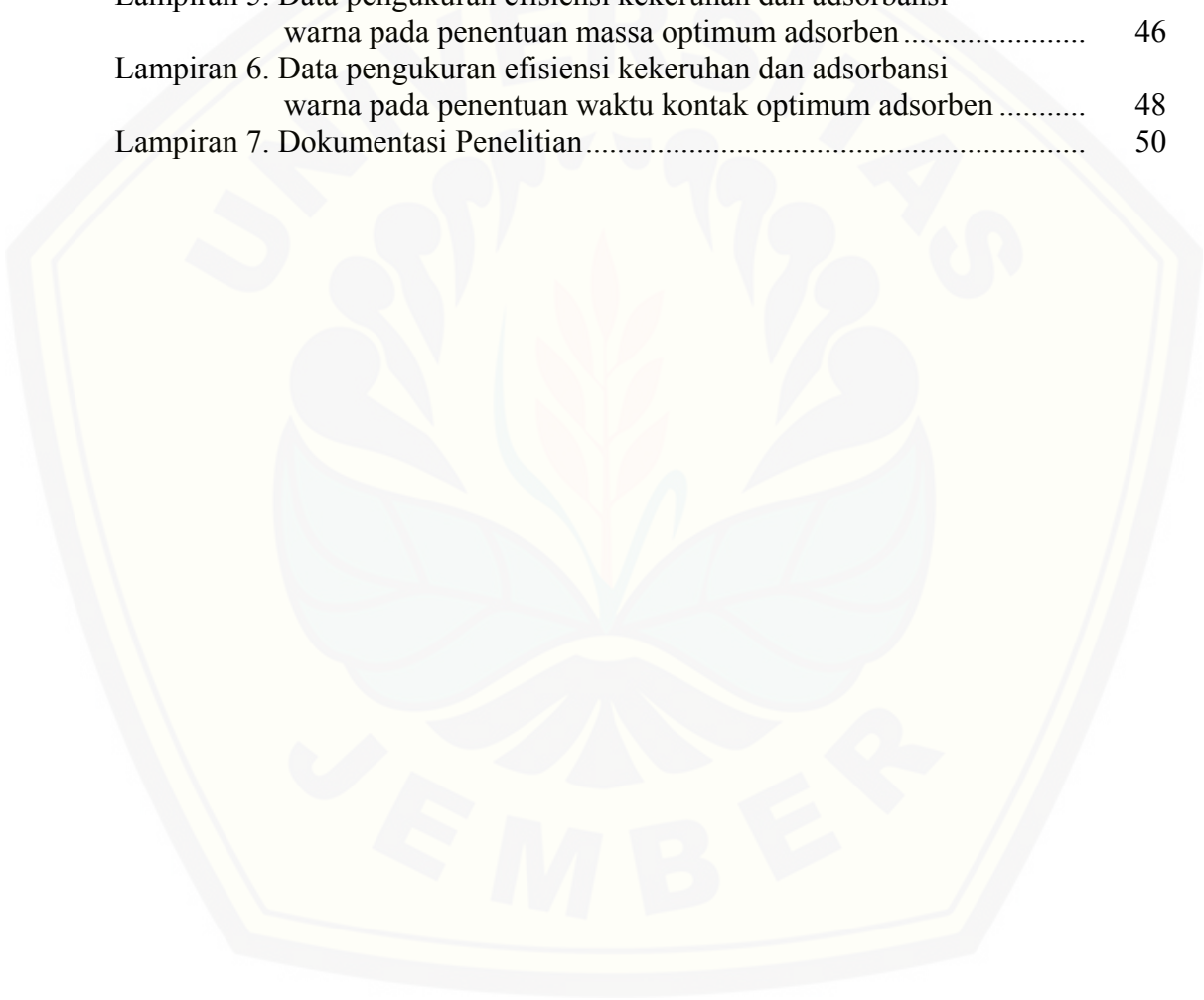


**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Susunan buah kopi .....	4
2.2 Tahapan pengolahan kopi olah semi basah .....	5
2.3 Perbedaan struktur pori-pori arang dan arang aktif .....	8
2.4 Adsorpsi pada karbon aktif .....	10
3.1 Diagram alir penelitian .....	15
4.1 COD sampel limbah cair kopi sintetik berbagai konsentrasi .....	23
4.2 Grafik panjang gelombang 460-550 nm terhadap adsorbansi .....	24
4.3 Grafik panjang gelombang 470-480 nm terhadap adsorbansi .....	25
4.4 Adsorpsi pada ukuran partikel arang aktif .....	26
4.5 Sampel limbah cair kopi sintetik setelah mengalami kontak dengan arang aktif dari beberapa ukuran partikel .....	27
4.6 Penurunan kekeruhan pada variasi perlakuan massa arang aktif .....	29
4.7 Penurunan warna variasi massa arang aktif .....	30
4.8 Sampel limbah cair kopi sintetik setelah mengalami kontak dengan arang aktif dari beberapa perlakuan massa .....	31
4.9 Grafik laju penurunan warna perlakuan massa pada limbah cair kopi sintetik .....	31
4.10 Penurunan kekeruhan pada variasi perlakuan waktu kontak .....	33
4.11 Penurunan warna pada variasi perlakuan waktu kontak .....	34
4.12 Sampel limbah cair kopi sintetik setelah mengalami kontak dengan arang aktif dari beberapa perlakuan waktu kontak .....	35
4.13 Grafik laju penurunan warna perlakuan waktu kontak pada limbah cair kopi sintetik .....	36

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran 1. Data perhitungan konsentrasi COD limbah cair kopi sintetik.....	41
Lampiran 2. Data pengukuran penentuan panjang gelombang maksimum menggunakan spektrofotometer UV-Vis .....	42
Lampiran 3. Data pengukuran karakteristik arang aktif pulp kopi .....	43
Lampiran 4. Data pengukuran efisiensi kekeruhan dan adsorbansi warna pada penentuan ukuran partikel optimum .....	44
Lampiran 5. Data pengukuran efisiensi kekeruhan dan adsorbansi warna pada penentuan massa optimum adsorben .....	46
Lampiran 6. Data pengukuran efisiensi kekeruhan dan adsorbansi warna pada penentuan waktu kontak optimum adsorben .....	48
Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian .....	50



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pengolahan kopi terdiri dari dua metode yaitu pengolahan kopi secara basah dan pengolahan kopi secara kering. Metode pengolahan kopi secara basah menghasilkan biji kopi dengan mutu yang lebih baik (Novita *et al.*, 2010), hanya relatif tidak ramah lingkungan karena menghasilkan limbah cair yang banyak.

Salah satu karakteristik pencemaran pada limbah pengolahan kopi adalah warna. Limbah cair pengolahan kopi memiliki warna kecokelatan terutama berasal dari komponen flavonoid kulit buah pada saat pengupasan. Menurut Selvamurugan *et al.* (2010), terbentuknya warna coklat seperti pada limbah cair pengolahan kopi sebenarnya tidak berbahaya bagi spesies akuatik karena tidak menyebabkan peningkatan nilai BOD ataupun COD. Akan tetapi, warna coklat yang gelap ini dapat berdampak negatif terhadap proses fotosintesis dan transformasi nutrisi pada tanaman air. Hal ini juga berakibat menurunnya kualitas perairan dan makhluk hidup yang tinggal di dalamnya akan terganggu. Salah satu metode penanganan yang dapat dilakukan dalam mengurangi warna pada limbah cair kopi adalah adsorpsi menggunakan arang aktif (Budiarti, 2004).

Kulit kopi merupakan salah satu limbah terbesar yang dihasilkan dari industri kopi di Indonesia. Limbah kulit kopi ini belum dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu, potensi pemanfaatan kulit kopi menjadi bahan pembuat arang aktif sangatlah besar dengan kandungan karbon pada kulit kopi sebesar 45.3 % (Prasetyo dan Sudibandriyo, 2014).

Arang aktif dari kulit pulp kopi di uji karakteristik arangnya untuk mengetahui sifat-sifat arang aktif yang berpengaruh terhadap kualitas adsorben yang dihasilkan. Penentuan karakterisasi arang aktif dalam penelitian ini mengacu pada SNI-06-3730-1995. Pengoptimalan arang aktif dilakukan dengan proses aktivasi menggunakan larutan basa Natrium Hidroksida. Aktivasi pada arang pulp kopi bertujuan untuk mengembangkan volume pori dan memperbesar diameter pori yang telah terbentuk pada proses karbonisasi serta untuk membuat beberapa pori baru. Terkait pengoptimalan arang aktif dalam menyerap warna pada sampel

limbah cair kopi maka, ukuran partikel, massa dan waktu kontak arang aktif akan sangat berpengaruh. Oleh karena itu, perlu untuk memaksimalkan kualitas arang aktif kulit pulp kopi sehingga dapat secara optimal mengurangi warna pada limbah cair kopi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik adsorben dari kulit pulp kopi?
2. Berapa ukuran partikel optimum, massa optimum dan waktu kontak optimum adsorben kulit pulp kopi terhadap adsorbansi warna pada sampel limbah cair kopi sintetik?

## **1.3 Batasan Masalah**

Konsentrasi air limbah kopi yang bersifat fluktuatif dalam pengolahan kopi dan waktu panen yang singkat menyebabkan keterbatasan untuk mendapatkan air limbah kopi dengan konsentrasi tertentu. Sebagai pendekatan, penelitian ini menggunakan sampel limbah cair kopi sintetik (limbah buatan) yang dibuat mirip kandungan organikny sesuai limbah cair sebenarnya. Bahan pembuatan adsorben yaitu berupa limbah kulit pulp kopi. Bubuk kopi dan limbah kulit pulp kopi diperoleh dari KUPK Desa Sidomulyo Kecamatan Silo Kabupaten Jember.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menentukan karakteristik adsorben kulit pulp kopi.
2. Menentukan ukuran partikel optimum, massa optimum dan waktu kontak optimum adsorben kulit pulp kopi terkait efisiensi adsorbansi warna pada sampel limbah cair kopi.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Manfaat bagi penulis, dapat mengetahui pemanfaatan kulit pulp kopi sebagai absorben pada penanganan limbah cair kopi.
2. Manfaat bagi industri kopi yaitu dapat memberikan informasi dalam mengurangi penumpukan limbah kulit pulp kopi serta memberikan masukan berupa solusi penanganan limbah cair pengolahan kopi.

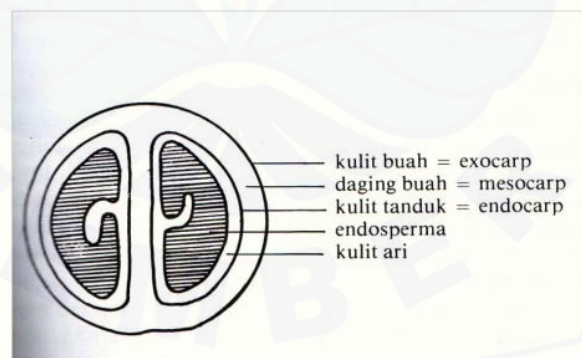


## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kopi

Kopi merupakan tanaman perkebunan sebagai salah satu komoditi unggulan di Indonesia. Kesesuaian alam Indonesia relatif mendukung untuk pertumbuhan kopi yang meliputi ketinggian tempat, curah hujan, penyinaran, angin dan tanah. Jember merupakan salah satu wilayah yang berpotensi dalam pengembangan tanaman kopi. Hal tersebut telah ditunjukkan oleh data dari dinas pertanian dan perkebunan Indonesia yang menyebutkan bahwa tingkat produktivitas kopi kabupaten Jember pada tahun 2017 sebesar 11863 ton/tahun (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2016).

Kopi (*Coffea sp*) merupakan spesies tanaman tahunan berbentuk pohon. Secara umum di Indonesia mengenal beberapa golongan kopi yang sering dibudidayakan yaitu Arabika dan Robusta. Menurut (Najiyati dan Danarti, 2001) Buah kopi terdiri dari daging buah dan biji. Daging buah terdiri atas tiga bagian, lapisan kulit luar (*eksokarp*), lapisan daging (*mesokarp*) dan lapisan kulit tanduk (*endokarp*) yang tipis keras. Bagian-bagian kopi ditunjukkan oleh Gambar 2.1 sebagai berikut.

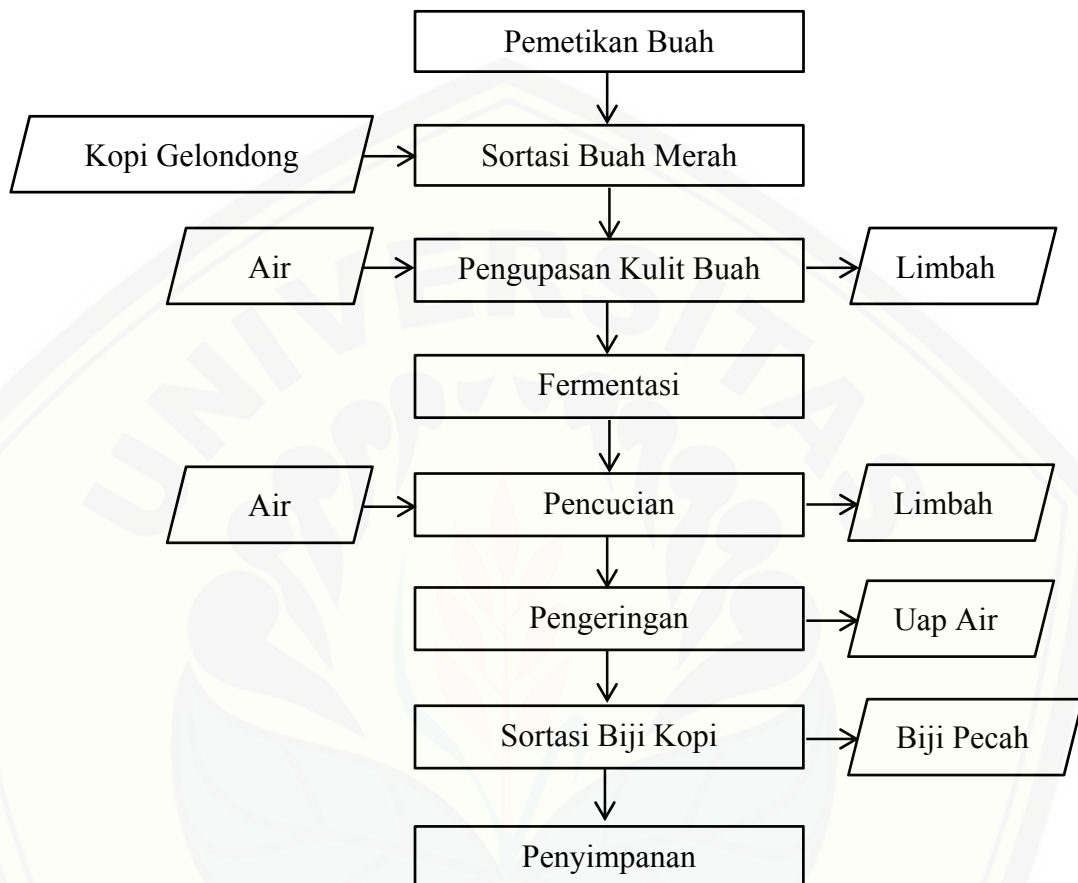


Gambar 2.1 Susunan buah kopi (AAK, 1998:47)

Berdasarkan struktur buah kopi pada Gambar 2.1, potensi limbah padat (kulit kopi) yang dapat dimanfaatkan terdapat pada bagian kulit buah (*pulp*), kulit tanduk, dan kulit ari. Limbah kulit kopi yang dihasilkan dari proses kering maupun basah memiliki proporsi total 41%. dari 1000 gr buah kopi, sekitar 29% adalah pulp, 12% kulit tanduk, 55% biji kopi, dan 4% lendir.

## 2.2 Proses Pengolahan Kopi di KUPK Sidomulyo

Proses pengolahan kopi di desa Sidomulyo ditunjukkan oleh diagram pada gambar 2.2 sebagai berikut.



Gambar 2.2 Tahapan pengolahan kopi olah semi basah

Sejak tahun 2010, pengolahan kopi rakyat di Sidomulyo diproses dengan semi basah. Unit proses dalam pengolahan pabrik di Sidomulyo terdiri atas sortasi buah merah, pengupasan buah, fermentasi, pencucian (*washing*), pengeringan, pengupasan kering kulit kopi. Output dari pengolahan kopi tersebut berupa biji kopi HS. Limbah cair yang dihasilkan selama proses pengolahan kopi berasal dari aktivitas penguasan buah dan pencucian biji buah kopi setelah fermentasi. Limbah cair dari hasil pengolahan kopi di Sidomulyo langsung dibuang ke sungai tanpa pengolahan terlebih dahulu.

Berdasarkan penelitian Adawiyah (2011), estimasi proses pengolahan kopi semi basah di Sidomulyo seperti pada Tabel 2.1. Data terakhir menurut pihak

pabrik, pabrik sudah mengolah buah kopi merah untuk olah semi basah sebanyak 10 sampai 15 ton kopi gelondong/ hari.

Tabel 2.1 Estimasi Proses Pengolahan Kopi Semi Basah

Buah Kopi Merah (kg)	Volume	
	Air (kg)	Limbah Cair dan Padat (kg)
1201,7	6654,9	6150,8
3000	16613,7	15355,2
5000	27689,5	25592,1

Sumber: Adawiyah (2011)

### 2.3 Limbah pada Pengolahan Kopi

Proses pengolahan kopi dibagi menjadi dua yaitu proses pengolahan kopi secara kering dan proses pengolahan kopi secara basah. Proses pengolahan basah merupakan proses perbaikan dari proses pengolahan kering. Pada proses kering, biji kopi yang telah dipanen kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari selanjutnya secara mekanik biji kopi bisa dipisahkan dari kulit dan daging buahnya. Proses pengolahan secara basah, buah direndam didalam air dan akan mengalami pemisahan antara biji dari kulit buah kopi.

Pada proses pengolahan kopi, limbah yang dihasilkan terdiri dari limbah padat dan limbah cair. Potensi limbah cair terbesar dihasilkan dari proses pencucian biji kopi secara fermentasi (Novita *et al.*, 2010). Dari hasil pengolahan tersebut menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan.

#### 2.3.1 Limbah Cair Kopi

Limbah cair bersumber dari industri yang dalam produksi dan pengolahannya banyak menggunakan air. Limbah cair pengolahan kopi dihasilkan dari proses pengelupasan (*pulping*) dan pencucian (*washing*) setelah fermentasi. Limbah cair dari proses pengupasan daging buah dan lendir mengandung konsentrasi pencemar tinggi karena kandungan bahan-bahan organik (Novita *et al.*, 2010). Menurut Kadaria *et al* (2015), karakteristik fisik limbah cair kopi pada umumnya berwarna hitam kecoklatan dan berbau seperti biji kopi mentah. Kepekatan warna limbah cair kopi dapat berpotensi mengurangi masuknya cahaya matahari ke perairan sehingga dapat mencegah proses fotosintesis. Hal ini juga



berakibat menurunnya kualitas perairan dan makhluk hidup yang tinggal di dalamnya akan mati.

### 2.3.2 Limbah Kulit Kopi

Pada proses pengolahan kopi, limbah padat dapat berasal dari proses pengupasan (*pulping*) buah dengan kulit kopi. Limbah padat dapat berupa kulit buah kopi, daging buah busuk, kulit ari dan kulit tanduk biji kopi. Limbah padat yang dihasilkan mengandung kadar air yang cukup tinggi karena pada proses pengolahan kopi adanya pencampuran dengan air (Ridwansyah, 2003).

Pabrik pengolahan kopi Sidomulyo mampu mengolah buah kopi sebanyak 10 – 15 ton setiap harinya pada proses olah basah. Total limbah padat yang dihasilkan dari proses pengupasan kulit kopi mencapai 40-60%. Pada pengolahan kopi akan menghasilkan 65% biji kopi dan 35% limbah kulit kopi. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Adawiyah (2011), menyatakan bahwa pada pengolahan kopi sebesar 3000 kg akan menghasilkan limbah sebesar 15.352,2 kg dengan total limbah padat kulit pulp kopi sebesar 1.535,52 kg.

Berikut ini komposisi kimia kulit kopi ditunjukkan pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Kandungan Kimia Limbah Kulit Kopi

Komponen Kimia	Kadar (%) Pulp	Kadar (%) Tanduk
Abu	4	1
Lignin	32	53
Selulosa	22	20
Hemiselulosa	14	16
<i>Hot Water Solube</i>	28	10
Kadar Air	84	12

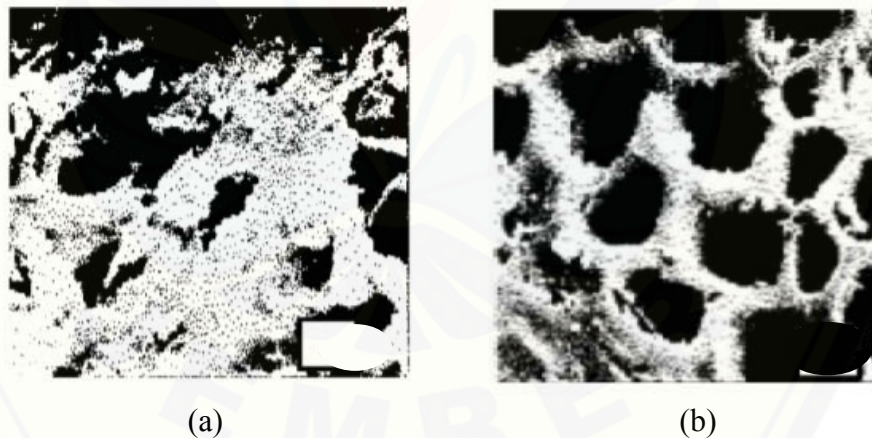
(sumber : Widad, 2015)

## 2.4 Arang Aktif

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon. Arang selain digunakan sebagai bahan bakar, juga dapat digunakan sebagai adsorben (Muathmainnah, 2012). Arang aktif dapat dibuat dari bahan yang mengandung karbon, baik bahan organik maupun anorganik. Beberapa bahan baku yang dapat digunakan antara lain: kayu, tempurung kelapa, limbah batu bara, limbah pengolahan kayu, dan limbah pertanian seperti kulit buah kopi,

kulit buah coklat, sekam padi, jerami, tongkol dan pelepah jagung (Pari *et al*, 2004). Menurut Budiarti (2014) kulit pulp kopi memiliki kandungan nitrogen (N) sebesar 1,94%, fosfor (P) 0,28% dan kalium (K) 3,61%. Kandungan selulosa dan senyawa organik lainnya pada kulit pulp kopi kaya akan unsur karbon yang berpotensi sebagai bahan dasar dalam pembuatan arang aktif.

Daya adsorpsi dapat digambarkan oleh luas permukaan spesifik (luas permukaan/g). Umumnya luas permukaan spesifik berkisar antara 500 dan 1500  $m^2/g$ ). Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, semakin besar pori-pori arang aktif mengakibatkan luas permukaan semakin besar dan kecepatan adsorpsi bertambah. Meningkatkan adsorpsi dianjurkan menggunakan arang aktif yang telah dihaluskan. Komposisi arang aktif terdiri atas selulosa, karbon, kadar air, dan kadar debu. Selulosa dalam karbon merupakan pembersih partikel dalam air keruh karena bersifat keras dan tidak mudah larut dalam air sehingga air menjadi jernih (Azamila, 2012). Gambar 2.3 adalah perbedaan struktur dari pori-pori arang dan arang aktif.



a) Struktur pori-pori arang

b) Struktur pori-pori arang aktif

Gambar 2.3 Perbedaan struktur pori-pori arang dan arang aktif

Arang aktif berbentuk amorf, berwarna hitam, tak berbau, tak berasa, serta mempunyai daya adsorpsi jauh lebih besar dibandingkan dengan arang yang belum diaktivasi. Proses aktivasi pada arang dapat dilakukan dengan aktivasi secara fisika (pembakaran arang dalam tungku suhu  $850^{\circ}C$ ) dan secara kimia

(penggunaan bahan-bahan kimia dalam aktivasi). Menurut Suhendra *et al* (2010), beberapa keunggulan cara aktivasi kimiawi dibandingkan dengan aktivasi fisik sebagai berikut.

- a. pada proses aktivasi kimiawi, di dalam penyiapannya sudah terdapat zat kimia pengaktif sehingga pada proses karbonisasi sekaligus proses aktivasi karbon menjadi lebih baik.
- b. aktivasi kimia biasanya terjadi pada suhu lebih rendah dari pada metode aktivasi fisik,
- c. aktivasi kimia dapat memperbaiki pengembangan pori di dalam struktur karbon sehingga pori yang dihasilkan dapat lebih baik.

Kualitas arang aktif tergantung dari jenis bahan baku, teknologi pengolahan, cara pengerjaan dan ketepatan penggunaannya. Berikut ini standar mutu arang aktif Indonesia menurut SNI 06-3730-1995 disajikan dalam Tabel 2.3

Tabel 2.3 Standar kualitas arang aktif menurut SNI (1995)

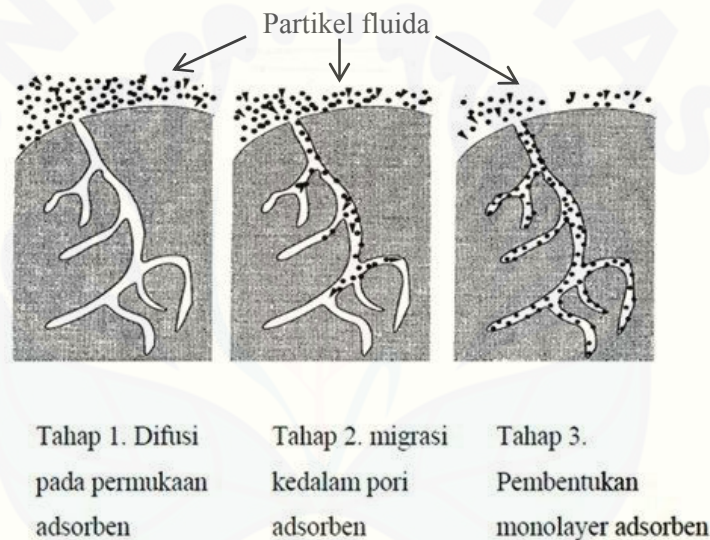
Uraian	Persyaratan	
	Butiran	Serbuk
Bagian hilang pada pemanasan 950 <sup>0</sup> C, %	Maks. 15	Maks 25
Kadar air, %	Maks. 4,5	Maks. 15
Kadar abu, %	Maks. 2,5	Maks. 10
Bagian tidak mengarang	0	0
Daya serap terhadap I <sub>2</sub> , mg/g	Min. 750	Min. 750
Karbon aktif murni, %	Min. 80	Min. 65
Daya serap terhadap benzena, %	Min. 25	-
Daya serap terhadap biru metilen, mg/g	Min. 60	Min. 120
Berat jenis curah, g/ml	0,45 – 0,55	0,3 – 0,35
Lolos mesh 325, %	-	Min. 90
Jarak mesh, %	90	-
Kekerasan	80	-

Sumber : SNI (1995).

## 2.5 Adsorpsi

### 2.5.1 Definisi Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses menempelnya molekul, ion, maupun atom pada permukaan. Proses ini menghasilkan lapisan tipis adsorbat (zat yang diserap) pada permukaan adsorben (zat yang menyerap). Definisi lain menyatakan adsorpsi sebagai suatu proses peristiwa penyerapan pada lapisan permukaan atau antar fasa, diaman molekul dari suatu materi terkumpul pada bahan pengadsorpsi atau adsorben (Brady, 1999). Gambar 2.4 adalah tahapan proses adsorpsi arang aktif dalam menyerap partikel fluida.



Gambar 2.4 Adsorpsi pada karbon aktif (Chodijah dalam Adli, 2012)

### 2.5.2 Faktor – Faktor Adsorpsi

Menurut (Sembiring, 2003) beberapa faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi arang aktif yaitu:

#### a. Sifat Adsorben

Arang aktif yang merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori, yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon dan berbentuk amorf dengan struktur yang tidak beraturan. Selain komposisi, struktur pori juga merupakan faktor yang penting. Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan. Pembentukan luas permukaan internal yang berukuran mikro atau meso sebanyak mungkin, semakin kecil, dan banyak pori-pori arang aktif, mengakibatkan luas permukaan semakin

besar karena jumlah molekul adsorbat yang diserap oleh adsorben akan meningkat dengan bertambahnya luas permukaan dan volume pori dari adsorben. Jumlah atau dosis arang aktif yang digunakan juga berpengaruh terhadap laju adsorpsi.

#### b. Ukuran Partikel

Ukuran partikel dapat mempengaruhi proses adsorpsi, semakin kecil ukuran partikel akan semakin cepat proses adsorpsi. Untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi digunakan karbon aktif yang telah dihaluskan dengan ukuran mikro. Salah satu cara yang digunakan untuk memperkecil ukuran partikel dari suatu adsorben adalah dengan cara penggerusan secara perlahan dan dilakukan pemisahan partikel sesuai dengan ukuran yang diinginkan.

#### c. Temperatur

Pemakaian arang aktif dianjurkan untuk mengamati temperatur pada saat berlangsungnya proses karena tidak ada peraturan umum yang bisa diberikan mengenai temperatur yang digunakan dalam adsorpsi. Faktor yang mempengaruhi temperatur proses adsorpsi adalah viskositas dan stabilitas termal senyawa serapan. Jika pemanasan tidak mempengaruhi sifat-sifat senyawa serapan, seperti terjadi perubahan warna maupun dekomposisi, maka perlakuan dilakukan pada titik didihnya. Untuk senyawa yang mudah menguap, adsorpsi dilakukan pada temperatur kamar atau bila memungkinkan pada temperatur yang lebih kecil.

#### d. pH (Derajat Keasaman)

Adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan untuk senyawa asam organik, yaitu dengan penambahan asam-asam mineral. Ini disebabkan karena kemampuan asam mineral untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut. Sebaliknya apabila pH asam organik dinaikkan yaitu dengan penambahan alkali, adsorpsi akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam.

#### e. Waktu Kontak

Bila arang aktif ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah arang yang digunakan. Selain ditentukan oleh dosis arang aktif, pengadukan juga mempengaruhi waktu kontak. Pengadukan dimaksudkan untuk

memberi kesempatan pada partikel arang aktif untuk bersingungan dengan senyawa serapan (Sembiring, 2003).

## 2.6 Adsorben

Adsorben adalah zat atau material yang mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mempertahankan cairan atau gas didalamnya. Karakter fisik adsorben yang utama adalah karakter permukaannya meliputi pori-pori dan luas permukaan. Karakter adsorben dapat dilihat dari permukaannya seperti luas permukaan dan polaritas. Semakin luas permukaan, maka kemampuan adsorbs akan meningkat (Suzuki, 1990). Berikut ini karakteristik adsorben yang dibutuhkan untuk adsorpsi yang baik:

- a. Luas permukaan adsorben. Semakin besar luas permukaan maka semakin besar pula daya adsorpsinya, karena proses adsorpsi terjadi pada permukaan adsorben.
- b. Tidak ada perubahan volume selama proses adsorpsi dan desorpsi.
- c. Kemurnian adsorben. Adsorben yang memiliki tingkat kemurnian tinggi, daya adsorpsinya lebih baik.
- d. Jenis atau gugus fungsi atom yang ada pada permukaan adsorben. Sifat-sifat atom di permukaan berkaitan dengan interaksi molekul antara adsorbat dan adsorben yang lebih besar pada adsorbat tertentu.

## 2.7 Panjang Gelombang Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer adalah alat ukur suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrofotometer digunakan untuk mengukur energi relatif jika energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan atau diemisikan (Gandjar, 2007).

Spektrofotometer UV-Vis (*Ultra Violet-Visible*) yang digunakan untuk pengukuran daerah ultra violet dan di daerah tampak. Spektrofotometer UV-Vis melibatkan energi elektronik yang cukup besar saat analisis, sehingga spektrofotometer UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif dibanding

kualitatif. Sinar ultra violet mempunyai panjang gelombang antara 200-400 nm, dan sinar tampak (*visible*) mempunyai panjang gelombang 400-750 nm..

## 2.8 Kekeruhan

Kekeruhan adalah ukuran yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar untuk mengukur keadaan air yang disebabkan oleh adanya benda tercampur atau benda koloid di dalam air (Sugiharto, 1987:9). Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang dapat dilalui dalam air (Yuniarti, 2007). Alat yang digunakan untuk mengukur kekeruhan adalah turbidimeter dengan satuan NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*).

## 2.9 Optimasi Arang Aktif

Dalam meningkatkan penggunaan karbon aktif banyak penelitian yang sudah dilakukan untuk meningkatkan daya adsorpsi, pemakaian limbah sebagai bahan baku maupun aplikasi penggunaannya. Misalnya pada penelitian yang telah dilakukan oleh Fitriyah *et al* (2014) menggunakan adsorben tempurung kelapa untuk mengurangi kadar ammonia pada limbah cair tahu. Optimasi dilakukan dengan mencari ukuran partikel optimum, suhu pemanasan adsorpsi optimum dan waktu kontak optimum adsorben. Ukuran optimum diperoleh dari pengujian terhadap tiga variasi arang aktif yang meliputi 50, 60 dan 70 mesh, menghasilkan arang optimum ukuran 70 mesh. Suhu optimum dengan membandingkan arang aktif pada saat adsorpsi yaitu: tanpa pemanasan, 40°C, 80°C dan 120°C menghasilkan, bahwa adsorbansi terendah (terbaik) terjadi pada arang aktif tanpa melalui proses pemanasan. Pada penentuan waktu kontak optimum menggunakan variasi waktu 20, 40, 60, 80 dan 100 menit, menghasilkan waktu kontak terbaik 40 menit. Optimasi proses ini berguna untuk menentukan kondisi optimum yang dilakukan untuk menghasilkan produk karbon aktif dengan daya serap yang optimum.

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2018 sampai Maret 2019 di Laboratorium Teknik Pengendalian Konservasi Lingkungan (TPKL), Jurusan Teknik Pertanian, dan Laboratorium Mikrobiologi Pangan Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- |                           |                            |
|---------------------------|----------------------------|
| a. Ayakan 80 dan 100 mesh | k. pH meter                |
| b. Oven                   | l. Tanur                   |
| c. Neraca analitik        | m. Tungku pembakaran       |
| d. Desikator              | n. Rancangan alat adsorpsi |
| e. Labu ukur 1000 ml      | o. Turbidimeter            |
| f. Buret 25 ml            | p. Spektrofotometer UV-Vis |
| g. Gelas kimia 500 ml     |                            |
| h. Pipet tetes            |                            |
| i. Cawan poselin          |                            |
| j. Stopwatch              |                            |

#### 3.2.2 Bahan

Bahan pembuatan arang aktif yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

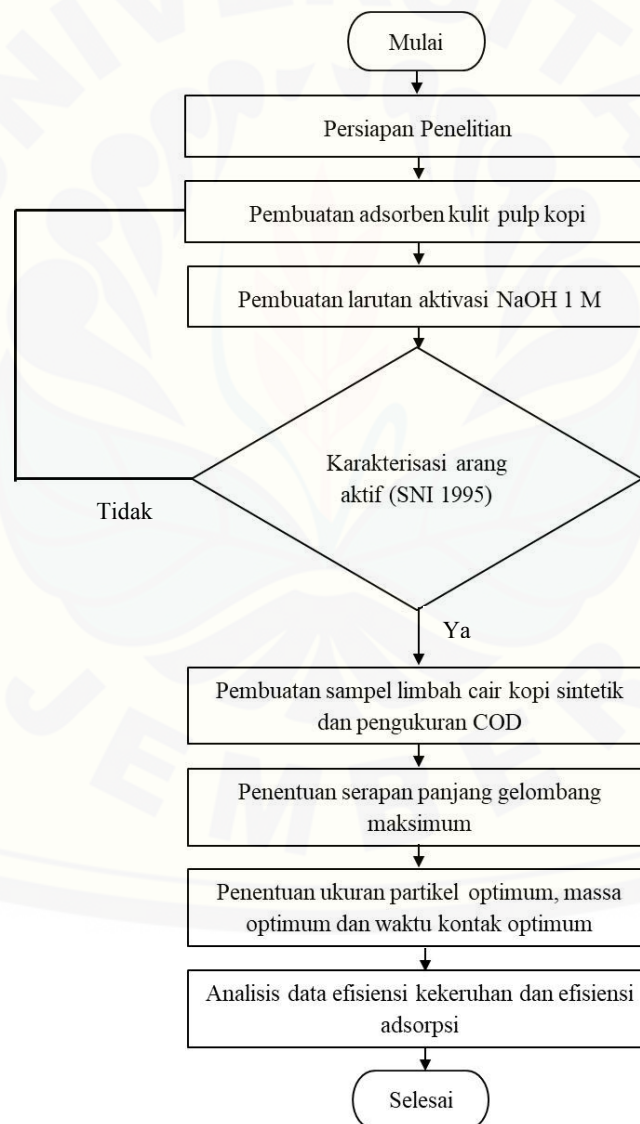
- Kulit pulp kopi jenis robusta
- Limbah cair kopi sintetik
- Aquades
- Kalium iodida (KI)



- e. Iodium ( $I_2$ )
- f. Natrium thiosulfat ( $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ )
- g. Amilum
- h. Natrium hidroksida ( $NaOH$ ) 1 M.

### 3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian disajikan dalam diagram alir pada Gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan sesuai dengan *flowchart* pada Gambar 3.1 dijelaskan sebagai berikut.

### 3.3.1 Persiapan Penelitian

Langkah awal penelitian ini yaitu menyiapkan alat dan bahan sesuai dengan subbab 3.2.

### 3.3.2 Pembuatan Adsorben Kulit Buah (*Pulp*) Kopi

Sebanyak 5000 gr kulit pulp kopi dikeringkan di bawah sinar matahari untuk menghilangkan sisa-sisa air hasil pengolahan. Pembuatan arang aktif dilakukan dalam dua tahap utama. Tahap pertama adalah pembentukan arang melalui karbonasi dan tahap kedua adalah proses aktivasi. Proses karbonasi dilakukan dengan mengarangkan kulit buah kopi ke dalam tungku pembakaran selama 5 jam suhu 400°C (Suhendra dan Gunawan, 2010). Pengecilan ukuran menggunakan ayakan ukuran 80 dan 100 mesh dan tanpa lolos ayakan mesh 80, sehingga diperoleh 3 variasi bentuk serbuk arang kulit pulp kopi. Selanjutnya, proses aktivasi dilakukan dengan merendam arang kulit pulp kopi ke dalam larutan NaOH 1 M (1:3) selama 24 jam (Rosi, *et al.* 2013). Aktivasi secara kimia dipilih karena memiliki tingkat luas permukaan arang besar dan mampu menghasilkan pori-pori yang sempurna (Prasetyo dan Sudibandriyo, 2014). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Zuliani *et al* (2015), aktivasi menggunakan larutan NaOH jauh lebih efisien dalam meningkatkan daya serap karbon serta dapat menurunkan kekeruhan warna pada minyak bekas penggorengan. Total penurunan bilangan peroksida yang di peroleh sebesar 44,7%. Setelah proses aktivasi selesai, arang aktif kulit buah kopi dilakukan pencucian dengan aquades untuk menghilangkan sisa-sisa larutan aktivasi hingga ph arang netral (Muathmainnah, 2012). Arang aktif yang telah bersih di keringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam.

### 3.3.3 Pembuatan Larutan NaOH 1 M

NaOH ditimbang menggunakan neraca analitik sebanyak 40 gr. Mencampurkan NaOH 40 gr dan akuades kedalam labu ukur 100 ml. Memasukkan larutan NaOH kedalam labu ukur 1000 ml dan ditambahkan dengan

akuades sampai tanda batas. Prosedur yang sama dilakukan untuk larutan aktivator sampel lain.

### 3.3.4 Karakterisasi Arang Aktif

Karakterisasi arang aktif bertujuan untuk mengetahui kualitas arang aktif yang dihasilkan. Hal ini perlu dilakukan beberapa tahap uji karakteristik meliputi perhitungan kadar air, kadar abu dan daya jerap ( $I_2$ ) (SNI, 1995).

#### a. Pengujian Kadar Air

Penentuan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis dari arang aktif yang dihasilkan. Perhitungan kadar air arang aktif didasarkan pada bobot kering oven arang aktif. Sebanyak 1 gram arang aktif ditempatkan dalam cawan porselin yang telah diketahui bobot keringnya. Cawan yang berisi sampel dikeringkan dalam oven pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam sampai bobotnya konstan dan didinginkan di dalam deksikator selama 15 menit lalu ditimbang. Perhitungan kadar air menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{(a-b)}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan : a = massa sampel sebelum pemanasan (g)  
b = massa sampel setelah pemanasan (g) (SNI, 1995)

#### b. Pengujian Kadar Abu

Kadar abu pada arang aktif ditentukan untuk mengetahui kandungan oksida logam dalam arang aktif. Kadar abu arang aktif merupakan sisa yang tertinggal pada saat arang dibakar (Pari, 2004). Sebanyak 1 g arang aktif ditempatkan dalam cawan porselin yang telah diketahui bobot keringnya. Cawan yang berisi sampel dipanaskan dalam furnace pada suhu  $650^{\circ}\text{C}$  selama 4 jam, kemudian didinginkan di dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang. Perhitungan kadar abu menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{b}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan : a = massa sampel sebelum pemanasan (g)  
b = massa sampel setelah pemanasan (g) (SNI, 1995)

#### c. Pengujian daya jerap ( $I_2$ )

Penetapan daya jerap arang aktif terhadap iod bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif dalam menyerap larutan berwarna atau kotoran.

Larutan iodium digunakan sebagai penentuan kemampuan daya serap arang aktif karena memiliki bau yang menyengat dan juga memiliki warna yang sangat pekat. Sebanyak 0,5 gram arang yang telah teraktivasi, dimasukan ke dalam wadah yang berwarna gelap dan tertutup. Ke dalam wadah dimasukkan 50 mL larutan iodin 0,1 N kemudian dikocok selama 15 menit lalu disaring. Filtrat di pipet sebanyak 5 mL ke dalam erlenmeyer kemudian dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N. Jika warna kuning larutan hampir hilang, ditambahkan indikator pati 1 %. Titrasi dilanjutkan sampai mendapatkan titik akhir (warna biru tepat hilang) (SNI, 1995)

$$\text{Daya adsorb I}_2 \text{ (mg/g)} = \frac{\left( A \frac{B \times N(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{N(\text{iodin})} \right) \times 126,93 fp}{\alpha} \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan :

- A = Volume larutan iodin (ml)
- B = Volume  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  yang terpakai (ml)
- fp* = faktor pengenceran
- $\alpha$  = bobot karbon aktif (gr)
- $N(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$  = konsentrasi  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (N)
- $N(\text{iodin})$  = konsentrasi iodin (N)
- 126,93 = jumlah iodin sesuai 1 ml larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

### 3.3.5 Pembuatan Sampel Limbah Cair Kopi Sintetik

Limbah cair kopi sintetik menggunakan bubuk kopi (Novita, 2016). Pembuatan sampel limbah cair kopi sintetik dilakukan dengan mencari takaran bubuk kopi (gram) yang mendekati nilai COD dalam limbah cair pengolahan kopi sebenarnya. Menimbang bubuk kopi dengan variasi massa 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 dan 10 gr. Melarutkan masing-masing massa bubuk kopi instan ke dalam labu ukur 1000 ml sampai tanda batas menggunakan air. Masing-masing sampel larutan kopi, diambil 2 ml dilarutkan kembali kedalam ke dalam labu takar 100 ml. Sampel limbah cair 0,2 ml berbagai variasi massa dipanaskan ke dalam reaktor COD selama 2 jam kemudian dinginkan. Memasukkan sampel yang telah di dinginkan ke dalam spektrofotometer untuk mengetahui pembacaan angkanya.

### 3.3.6 Penentuan Serapan Panjang Gelombang Maksimum

*Scanning* digunakan dengan spektrofotometer UV-VIS untuk mengetahui panjang gelombang maksimum limbah cair kopi. Acuan panjang gelombang warna kecoklatan dapat berkisar 450-550 nm (Riana, 2008). Variasi panjang gelombang yang digunakan pada penentuan panjang gelombang maksimum meliputi 460 nm, 475 nm, 490 nm, 505 nm, 520 nm, 535 nm dan 550 nm. Percobaan diulang sebanyak 3 kali untuk masing-masing variasi panjang gelombang. Panjang gelombang maksimum yang telah diketahui adsorbansinya digunakan sebagai acuan adsorpsi awal sampel limbah cair kopi.

### 3.3.7 Penentuan Ukuran Partikel Optimum

Penentuan ukuran partikel optimum dilakukan untuk mencari ukuran arang aktif optimum sebagai bahan pengadsorpsi limbah cair kopi sintetik. Variasi arang aktif terdiri dari 80 mesh, 100 mesh dan tanpa lolos ayakan mesh. Pengukuran awal dilakukan pada sampel limbah cair kopi yang diukur kekeruhan dan panjang gelombangnya. Masing-masing arang aktif sebanyak 2 gram dikontakkan dengan 100 ml sampel limbah cair kopi ke dalam alat adsorpsi selama 30 menit. Selanjutnya dilakukan pengukuran kekeruhan akhir dan panjang gelombang akhir pada sampel limbah cair kopi. Percobaan ini dilakukan 3 kali pengulangan. Analisis efisiensi kekeruhan dan panjang gelombang tertinggi menunjukkan ukuran arang aktif optimum yang akan digunakan pada prosedur massa optimum dan waktu optimum.

### 3.3.8 Penentuan Massa Optimum

Sampel limbah cair kopi dilakukan pengukuran kekeruhan awal dan panjang gelombang awal. Kemudian sebanyak 100 ml limbah cair dimasukkan ke dalam 5 bak adsorpsi yang telah diisi arang aktif optimum untuk ulangan pertama dengan variasi massa 2 gram, 4 gram, 6 gram, 8 gram dan 10 gram (Hartini, 2011). Waktu kontak yang digunakan yaitu selama 30 menit. Hasil adsorpsi limbah cair masing-masing dilakukan pengukuran kekeruhan akhir dan panjang gelombang akhir. Percobaan ini dilakukan 3 kali pengulangan. Analisis efisiensi adsorpsi

tertinggi menentukan massa optimum. Massa optimum yang diperoleh digunakan pada prosedur penentuan waktu kontak optimum.

### 3.3.9 Penentuan Waktu Kontak Optimum

Sampel limbah cair kopi dilakukan pengukuran kekeruhan awal dan panjang gelombang awal. Kemudian sebanyak 100 ml limbah cair dimasukkan ke dalam 5 bak adsorpsi yang telah diisi arang aktif massa optimum dengan variasi waktu kontak 30, 60, 90, 120 dan 150 menit (Budiarti, 2014). Hasil adsorpsi limbah cair masing-masing dilakukan pengukuran kekeruhan akhir dan panjang gelombang akhir. Percobaan ini dilakukan 3 kali pengulangan. Analisis efisiensi adsorpsi tertinggi menentukan waktu kontak optimum.

### 3.3.10 Metode Perhitungan

#### a. Perhitungan Penurunan Kekeruhan

Penurunan kekeruhan pada sampel limbah cair kopi antara sebelum dan sesudah dikontakkan dengan adsorben dapat dihitung persen penurunannya.

Persen penurunan dihitung dengan rumus:

$$\text{Penurunan kekeruhan (\%)} = \frac{a-b}{a} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan : a = konsentrasi awal  
b = konsentrasi akhir

#### b. Perhitungan Penurunan Adsorpsi Warna

Perbedaan warna sampel limbah cair kopi antara sebelum dan sesudah dikontakkan mengindikasikan hasil warna limbah cair kopi sintetik yang di adsorpsi oleh adsorben. Perhitungan efisiensi adsorpsi sebagai berikut.

$$\text{Penurunan adsorpsi warna (\%)} = \frac{a-b}{a} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan : a = konsentrasi awal  
b = konsentrasi akhir

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Arang aktif dari kulit pulp kopi dengan aktivator NaOH 1 M memiliki karakteristik kadar air sebesar 3,43 %, kadar abu 2,3 % dan daya serap iodium 15231,6 mg/L. Hal ini sesuai dengan persyaratan minimum arang aktif berdasarkan SNI 06-3730-1995.
2. Ukuran partikel optimum, massa optimum adsorben kulit pulp kopi dalam mengurangi warna sampel limbah cair kopi sintetik yaitu adsorben ukuran partikel 100 mesh dengan massa optimum 10 gram pada waktu kontak optimum adsorpsi selama 90 menit.

### 5.2 Saran

Hal-hal yang perlu dilakukan untuk penelitian selanjutnya berdasarkan uraian hasil dan pembahasan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Penentuan ukuran partikel optimum perlu dilakukan uji lanjut menggunakan ukuran yang lebih kecil dari 100 mesh.
2. Penentuan massa optimum perlu dilakukan uji lanjut menggunakan massa arang yang lebih banyak untuk mengetahui seberapa besar arang aktif mampu untuk menyerap warna secara optimal.
3. Proses regenerasi perlu dilakukan pada adsorben yang telah digunakan sehingga adsorben dapat dimanfaatkan kembali.
4. Kondisi optimum proses adsorpsi perlu diterapkan pada sampel yang terdapat pada limbah cair pengolahan kopi, sehingga dapat diketahui efisiensi penerapan metode tersebut pada penanganan limbah cair secara fisik.

**DAFTAR PUSTAKA**

- AAK. 1988. *Budidaya Tanaman Kopi*. Kanisius. Yogyakarta.
- Adawiyah, R. Q. 2011. Evaluasi Neraca Massa pada Proses Pengolahan Kopi Rakyat di Desa Sidomulyo. *Skripsi*. Jember: Jurusan Teknik Pertanian Universitas Jember.
- Adli, H. 2012. Pengolahan Limbah Cair Laboratorium dengan Metode Presipitasi dan Adsorpsi untuk Penurunan Kadar Logam Berat. *Skripsi*. Depok: Program Studi Kimia Universitas Indonesia.
- Azamlia, M. 2012. Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Kimia dalam Penurunan Kadar Organik serta Logam Berat Fe, Mn, Cr dengan Metode Koagulasi dan Adsorpsi. *Skripsi*. Depok: FMIPA Universitas Indonesia.
- Brady, J. E. 1999. *Kimia Universitas Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Budiarti, R. 2014. Uji Efektivitas Arang Aktif dari Kulit Biji Kopi sebagai Adsorben Ion Timbal (Pb) dan Ion Cadmium (Cd). *Skripsi*. Jember: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2016. *Statistik Perkebunan Kopi Indonesia 2015-2017*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Dwyer, L. 2005. Thallium. In: *Water Quality Sourcebook. A guide to Water Quality Parameters*. Environment Canada, Inland Waters Directorate, Water Quality Branch. Ottawa.
- Fitriyah, S., S. Salamah., dan I. D. Sparulitas. 2015. Karakteristik Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dengan Pengaktivasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Variasi Suhu dan Waktu. *Jurnal Chemical*. Vol. 2(1): 13-19.
- Gandjar, I, G. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar.
- Hartini, Y. 2011. Adsorpsi Minyak Goreng Bekas Menggunakan Arang Aktif Dari Sabut Kelapa. *Jurnal*. Jakarta: Jurusan Teknik Kimia UMJ.



- Kadaria., C. Ismayadi., dan T. Wahyudi. 2015. Ulasan Karakteristik Air Limbah Kopi dan Pendekatan Penanganan. *Jurnal*. Depok: FMIPA Univeritas Indonesia.
- Muathmainnah. 2012. Pembuatan Arang Aktif Tongkol Jagung dan Aplikasinya pada Pengolahan Minyak Jelantah. *Skripsi*. Palu: FKIP Universitas Tadulako.
- Najiyati, S dan Danarti. 2001. *Kopi, Budidaya dan Penanganan Lepas Panen*. Jakarta: PT Penebar Swadaya.
- Novita, E., R. Syarief., E. Noor., dan S. Mulato. 2010. *Peningkatan Mutu Biji Kopi Rakyat dengan Pengolahan Semi Basah Berbasis Produksi Bersih*. *Agrotek*. 4(1):76-90.
- Novita, E. 2016. Biodegradability Simulation of Coffee Wastewater Using Instant Coffee. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 9:217-229.
- Pari, G., Sofyan, K., Syafii., dan W. Buchari. 2004. Arang Aktif sebagai Bahan Penangkap Formal dehidra pada Kayu Lapis. *jurnal*. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnaltin/article/view/4395/2962> [diakses pada 19 Februari 2019].
- Prasetyo, A. dan M. Sudibandriyo. 2014. Produksi Karbon Aktif dari Limbah Kulit Kopi Menggunakan Aktivasi Kimia Kalium Karbonat. *Jurnal*. Universitas Indonesia: Departemen Teknik Kimia.
- Purnomo, S. E. 2010. Pembuatan Arang Aktif dari Kulit Biji Kopi dan Aplikasinya sebagai Adsorben Zat Warna Methylene Blue (Kation) dan Naphthol Yellow (Anion). <http://digilib.uin-suka.ac.id/4291/1/BAB%20I%2CV%2C%20DAFTAR%20PUSTAKA.pdf> [diakses pada 28 Maret 2019] .
- Rahmawati, J. 2006. *Kimia SMA untuk Kelas XII*. Jakarta: Esis.
- Riana, E. 2008. *Penyisihan Warna Limbah Cair Kopi Menggunakan Proses Fenton*. <http://repository.unpas.ac.id/31830/>. [diakses pada 26 Maret 2019].
- Ridwansyah. 2003. *Pengolahan Kopi*. Medan: Fakultas Pertanian Departemen Teknologi Pertanian USU.

- Rosi, D, P. 2013. Pemanfaatan Kulit Durian sebagai Adsorben *Biodegradable* Limbah Domestik Cair. *Skripsi*. Jurusan Pendidikan Biologi Univeritas Indraprasta.
- Rumidatul, A. 2006. Efektivitas Arang Aktif sebagai Adsorben pada Pengolahan Air Limbah. *Tesis*. Sumedang: Jurusan Teknologi Hasil Hutan Universitas Winaya Mukti.
- Sembiring, T. M. dan Sinaga, T. S. 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Selvamurugan M., Doraisamy P., Maheswari M., dan Nandakumar. 2010. High rate anaerobic treatment of coffee processing wastewater using upflow anaerobic hybrid reactor. *Environmental Health Science and Engineering*. Vol.7 No 1 : 129-136.
- SNI. 1995. *SNI 06-3730-1995 : Arang Aktif Teknis*. Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta: UI Press.
- Suhendra, Dedy dan E. Gunawan. 2010. Pembuatan Arang Aktif dari Batang Jagung Menggunakan Aktivator Asam dan Penggunaannya pada Penjerapan Ion Tembaga (II). *Skripsi*. Mataram: Universitas Mataram.
- Susi, S. 2017. Proses Aktivasi Arang Aktif dari Cangkang Kemiri Dengan Variasi Jenis dan Konsentrasi Aktivator Kimia. *Jurnal*. Universitas Islam Kalimantan.
- Widad, S. 2015. Perlakuan Hidrolisis Basa pada Campuran Eceng Gondok dan Kulit Kopi Terhadap Produksi Biogas Limbah Cair Pengolahan Kopi. *Skripsi*. Jember: Jurusan Teknik Pertanian Universitas Jember.
- Yuniarti, B. 2007. Pengukuran Tingkat Kekeruhan Air Menggunakan Turbidimeter Berdasarkan Prinsip Hamburan Cahaya. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Zuliani, Hartini, dan Yustinah, 2015. Pengaruh Konsentrasi Aktivator Naoh pada Proses Pembuatan Arang Aktif Terhadap Kualitas Minyak Bekas etelah Proses Pemurnian. *Jurnal*. <http://jurnal.ftumj.ac.id> [diakses pada 18 Februari 2019].

**LAMPIRAN PENELITIAN**

**Lampiran 1. Data Perhitungan Konsentrasi COD Limbah Cair Kopi Sintetik**

No	Bubuk Kopi (gr)	Ulangan			Rata-rata	Hasil Pengenceran
		1	2	3		
1	1	9	15	21	15,00	1500
2	2	66	42	28	45,33	4533
3	3	83	82	83	82,67	8267
4	4	136	136	135	135,67	13567
5	5	146	167	172	161,67	16167
6	6	250	172	167	196,33	19633
7	7	200	238	257	231,67	23167
8	8	234	249	312	265,00	26500
9	9	280	379	301	320,00	32000
10	10	420	290	303	337,67	33767

**Lampiran 2. Data Pengukuran Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis**

a. Pengukuran pada Rentang Panjang Gelombang 380 – 550 nm

No	Panjang Gelombang	Ulangan			Rata-Rata
		1	2	3	
1	380	1,230	1,485	1,376	1,364
2	385	0,904	0,824	0,843	0,857
3	400	0,715	0,661	0,658	0,678
4	415	0,529	0,459	0,508	0,499
5	430	0,420	0,359	0,387	0,389
6	445	0,401	0,346	0,344	0,364
7	460	0,320	0,290	0,261	0,290
8	475	0,328	0,26	0,296	0,295
9	490	0,232	0,198	0,221	0,217
10	505	0,203	0,185	0,152	0,180
11	520	0,222	0,141	0,119	0,161
12	535	0,198	0,114	0,092	0,135
13	550	0,177	0,112	0,067	0,119

b. Pengukuran pada Rentang Panjang Gelombang 470 – 480 nm

No	Panjang Gelombang	Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
1	470	0,325	0,307	0,312	0,315
2	471	0,333	0,291	0,303	0,309
3	472	0,346	0,298	0,301	0,315
4	473	0,345	0,280	0,299	0,308
5	474	0,391	0,296	0,305	0,331
6	475	0,328	0,378	0,392	0,366
7	476	0,326	0,270	0,288	0,295
8	477	0,402	0,288	0,305	0,332
9	478	0,319	0,269	0,315	0,301
10	479	0,322	0,265	0,293	0,293
11	480	0,324	0,271	0,302	0,299

**Lampiran 3. Data Pengukuran Karakteristik Arang Aktif Pulp Kopi**

## a. Analisis Kadar Air

No.	Sampel	Massa awal (a)	Massa akhir (b)	Kadar Air (%)
1	Arang aktif 100 mesh	1,00	0,9657	3,434

## b. Analisis Kadar Abu

No.	Sampel	Massa awal (a)	Massa akhir (b)	Kadar Abu (%)
1	Arang aktif 100 mesh	1,00	0,023	2,3

## c. Analisis Daya Serap Terhadap Iodium

No.	Sampel	Massa arang (gr)	Volume Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mL)	Volume larutan iodin (mL)	Iodin Terserap (mg/g)
1	Arang Aktif 100 mesh	0,5	12	5	15231,6

**Lampiran 4. Data Pengukuran Penurunan Kekeruhan dan Adsorbansi Warna pada Penentuan Ukuran Partikel Optimum**

a. Kekeruhan

1). Kekeruhan Awal

No.	Ukuran Mesh	Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
1	100	42,7	45,0	43,7	43,80
2	80	43,6	44,1	43,6	43,77
3	< 80	40,1	40,0	40,5	40,20

2). Kekeruhan Akhir

No.	Ukuran Mesh	Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
1	100	5,84	6,00	6,00	5,95
2	80	6,09	6,20	5,98	6,09
3	< 80	6,24	6,31	5,88	6,14

3). Penurunan Kekeruhan

No.	Sampel	Kekeruhan Awal	Kekeruhan Akhir	Penurunan Kekeruhan (%)
1	100 mesh	43,80	5,95	89,69
2	80 mesh	43,77	6,09	89,29
3	< 80 mesh	42,20	6,14	85,45

## b. Adsorbansi Warna

1). Adsorbansi warna pada panjang gelombang awal sampel limbah cair kopi

sintetik yaitu 475 nm = 0,357

2). Adsorbansi Warna pada Panjang Gelombang Akhir

No.	Ukuran Mesh	Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
1	100	0,315	0,320	0,316	0,317
2	80	0,334	0,335	0,333	0,334
3	< 80	0,338	0,342	0,339	0,340

3). Penurunan Warna Sampel Limbah Cair Kopi Sintetik

No.	Perlakuan	Adsorbansi Awal	Adsorbansi Akhir	Penurunan Warna (%)
1	100 mesh	0,357	0,317	11,20
2	80 mesh	0,357	0,336	5,88
3	< 80 mesh	0,357	0,34	4,76

**Lampiran 5. Data Pengukuran Penurunan Kekeruhan dan Adsorbansi Warna pada Penentuan Massa Optimum Adsorben**

a. Kekeruhan

1). Kekeruhan Awal

No.	Ukuran Partikel	Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
1	100 mesh	147	138	130	138

2). Kekeruhan Akhir

No.	Massa (gram)	Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
1	2	7,59	6,78	6,97	7,11
2	4	6,98	6,89	6,21	6,69
3	6	5,26	5,20	5,56	5,34
4	8	4,30	4,56	5,10	4,65
5	10	4,19	4,07	4,10	4,12

3). Penurunan Kekeruhan

No.	Massa (gram)	Kekeruhan Awal	Kekeruhan Akhir	Penurunan Kekeruhan (%)
1	2	138	7,11	94,85
2	4	138	6,69	95,15
3	6	138	5,34	96,13
4	8	138	4,65	96,63
5	10	138	4,12	97,01

b. Adsorbansi Warna

1). Adsorbansi warna pada panjang gelombang awal sampel limbah cair kopi sintetik yaitu 475 nm

	Ulangan			Rata-rata
	1	2	3	
	0,328	0,370	0,390	0,363



## 2). Adsorbansi Warna pada Panjang Gelombang Akhir

No.	Massa (gram)	Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
1	2	0,341	0,356	0,365	0,354
2	4	0,337	0,336	0,352	0,342
3	6	0,322	0,317	0,326	0,322
4	8	0,320	0,314	0,305	0,313
5	10	0,308	0,298	0,301	0,302

## 3). Penurunan Warna Sampel Limbah Cair Kopi Sintetik

No.	Massa (gram)	Adsorbansi Awal	Adsorbansi Akhir	Penurunan Warna (%)
1	2	0,363	0,354	2,48
2	4	0,363	0,342	5,79
3	6	0,363	0,322	11,29
4	8	0,363	0,313	13,77
5	10	0,363	0,302	16,80

**Lampiran 6. Data Pengukuran Penurunan Kekeruhan dan Adsorbansi Warna pada Penentuan Waktu Kontak Optimum Adsorben**

a. Kekeruhan

1). Kekeruhan Awal

Ulangan			Rata-rata
1	2	3	
84,8	90,4	86,7	87,3

2). Kekeruhan Akhir

No.	Waktu (menit)	Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
1	30	6,64	6,59	6,72	6,65
2	60	5,38	5,21	5,73	5,44
3	90	3,11	3,17	3,64	3,31
4	120	4,13	4,11	4,20	4,15
5	150	4,44	4,57	5,11	4,71

3). Penurunan Kekeruhan

No.	Waktu (menit)	Kekeruhan Awal	Kekeruhan Akhir	Penurunan Kekeruhan (%)
1	30	87,3	6,65	92,38
2	60	87,3	5,44	93,77
3	90	87,3	3,31	96,21
4	120	87,3	4,15	95,25
5	150	87,3	4,71	94,60

b. Adsorbansi Warna

1). Adsorbansi warna pada panjang gelombang awal sampel limbah cair kopi sintetik yaitu 475 nm

Ulangan			Rata-rata
1	2	3	
0,372	0,388	0,377	0,379

## 2). Adsorbansi Warna pada Panjang Gelombang Akhir

No.	Waktu (menit)	Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
1	30	0,314	0,308	0,317	0,313
2	60	0,296	0,303	0,313	0,304
3	90	0,224	0,251	0,268	0,248
4	120	0,268	0,257	0,270	0,265
5	150	0,298	0,283	0,298	0,293

## 3). Penurunan Warna Sampel Limbah Cair Kopi Sintetik

No.	Waktu (menit)	Adsorbansi Awal	Adsorbansi Akhir	Penurunan Warna (%)
1	30	0,379	0,313	17,41
2	60	0,379	0,304	19,79
3	90	0,379	0,248	34,56
4	120	0,379	0,265	30,08
5	150	0,379	0,293	22,69

Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian



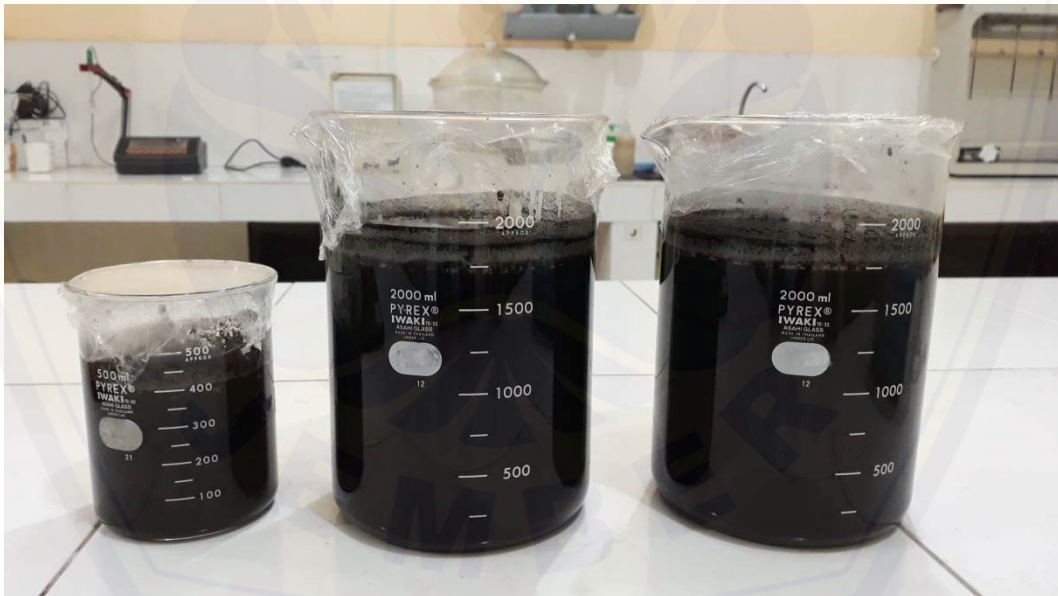
Penjemuran limbah kulit pulp kopi



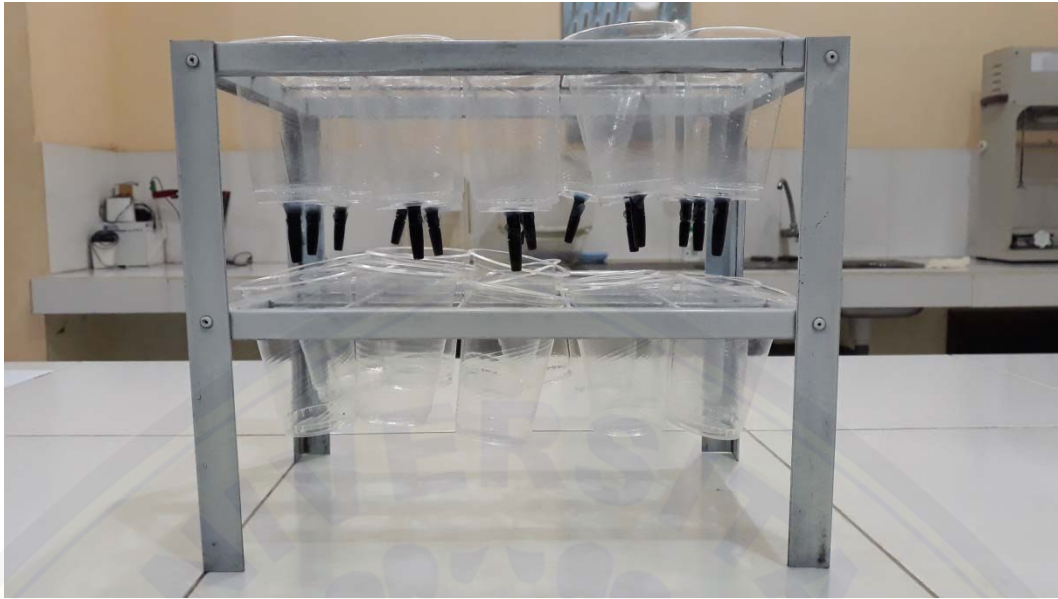
Penimbangan kulit pulp kopi



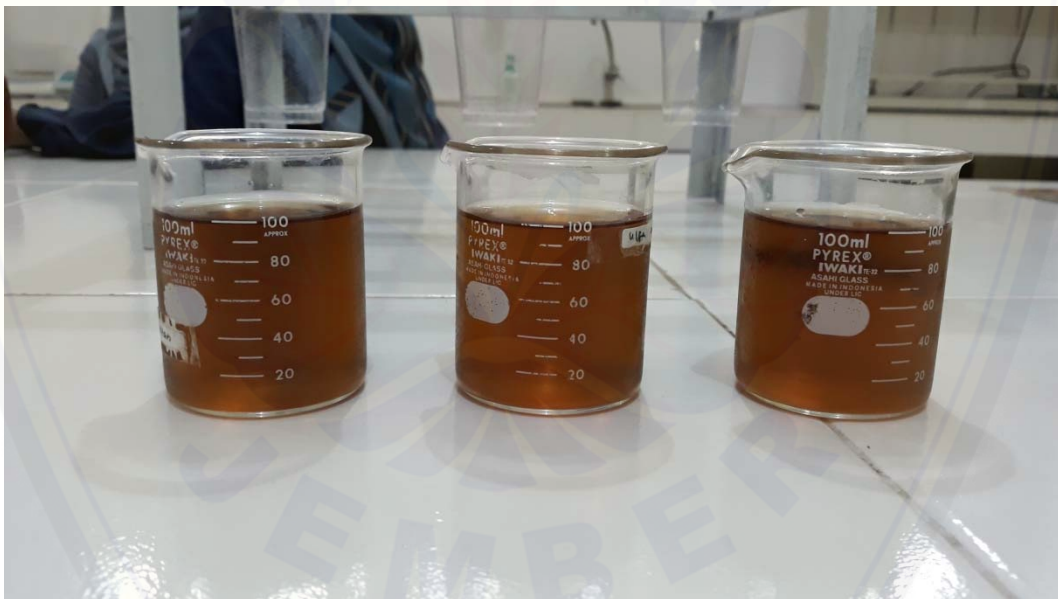
Karbonasi kulit pulp kopi



Aktivasi arang pulp kopi



Rancangan alat adsorpsi



Sampel limbah cair kopi sintetik