



**PERLAKUAN BEDA MASSA DAN WAKTU KONTAK  
ADSORBEN KARBON AKTIF KULIT KOPI PADA  
PENANGANAN AIR LIMBAH  
PENGOLAHAN KOPI**

**SKRIPSI**

Oleh

**Arthanti Yulia Admaja  
NIM 161710201068**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**



**PERLAKUAN BEDA MASSA DAN WAKTU KONTAK  
ADSORBEN KARBON AKTIF KULIT KOPI PADA  
PENANGANAN AIR LIMBAH  
PENGOLAHAN 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

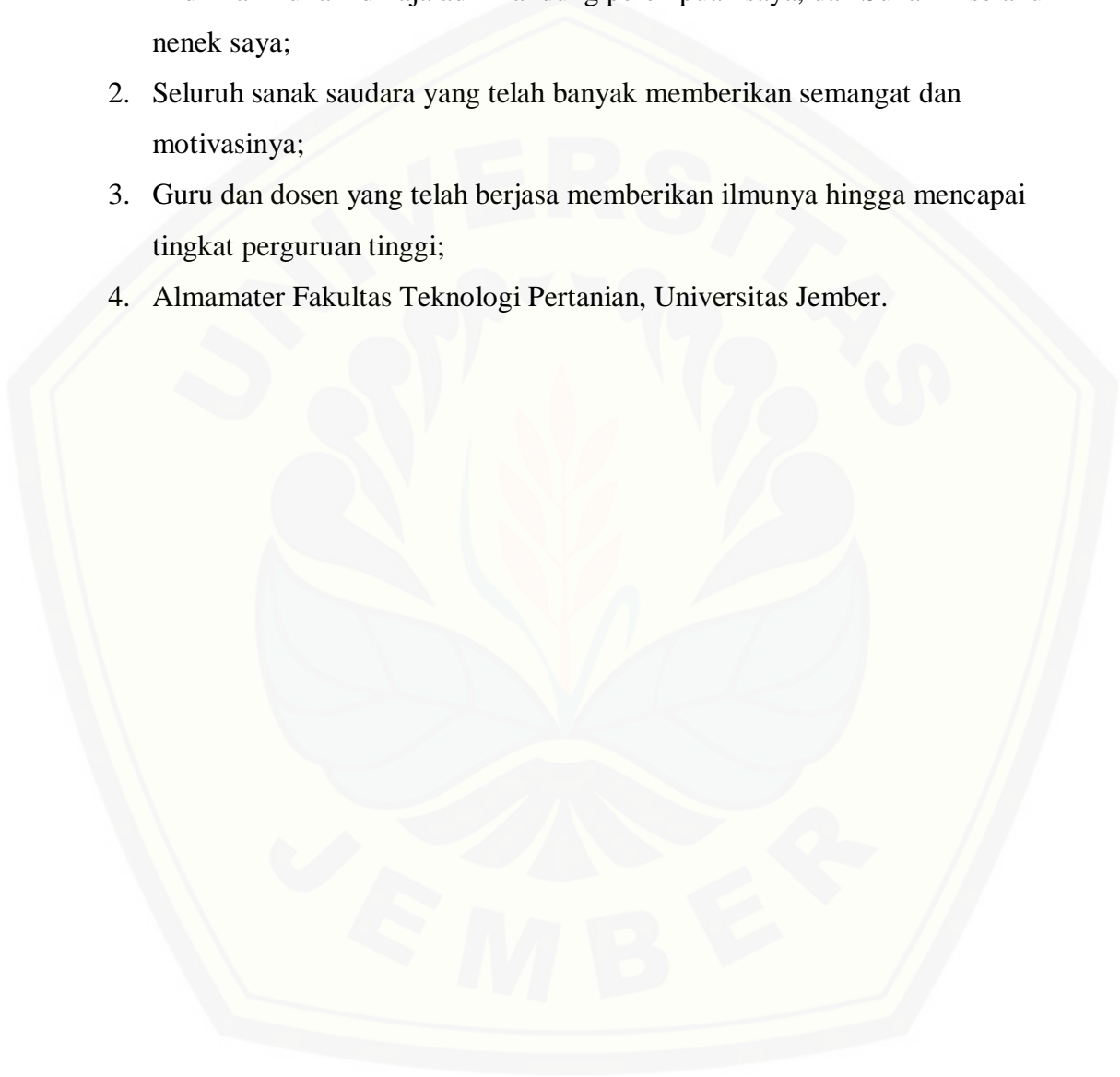
**Arthanti Yulia Admaja  
NIM 161710201068**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua tercinta Bapak Kristanto Purwo Admojo, Ibunda Tri Yuliani, Ardhinar Yulia Admaja adik kandung perempuan saya, dan Sukarmi selaku nenek saya;
2. Seluruh sanak saudara yang telah banyak memberikan semangat dan motivasinya;
3. Guru dan dosen yang telah berjasa memberikan ilmunya hingga mencapai tingkat perguruan tinggi;
4. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.



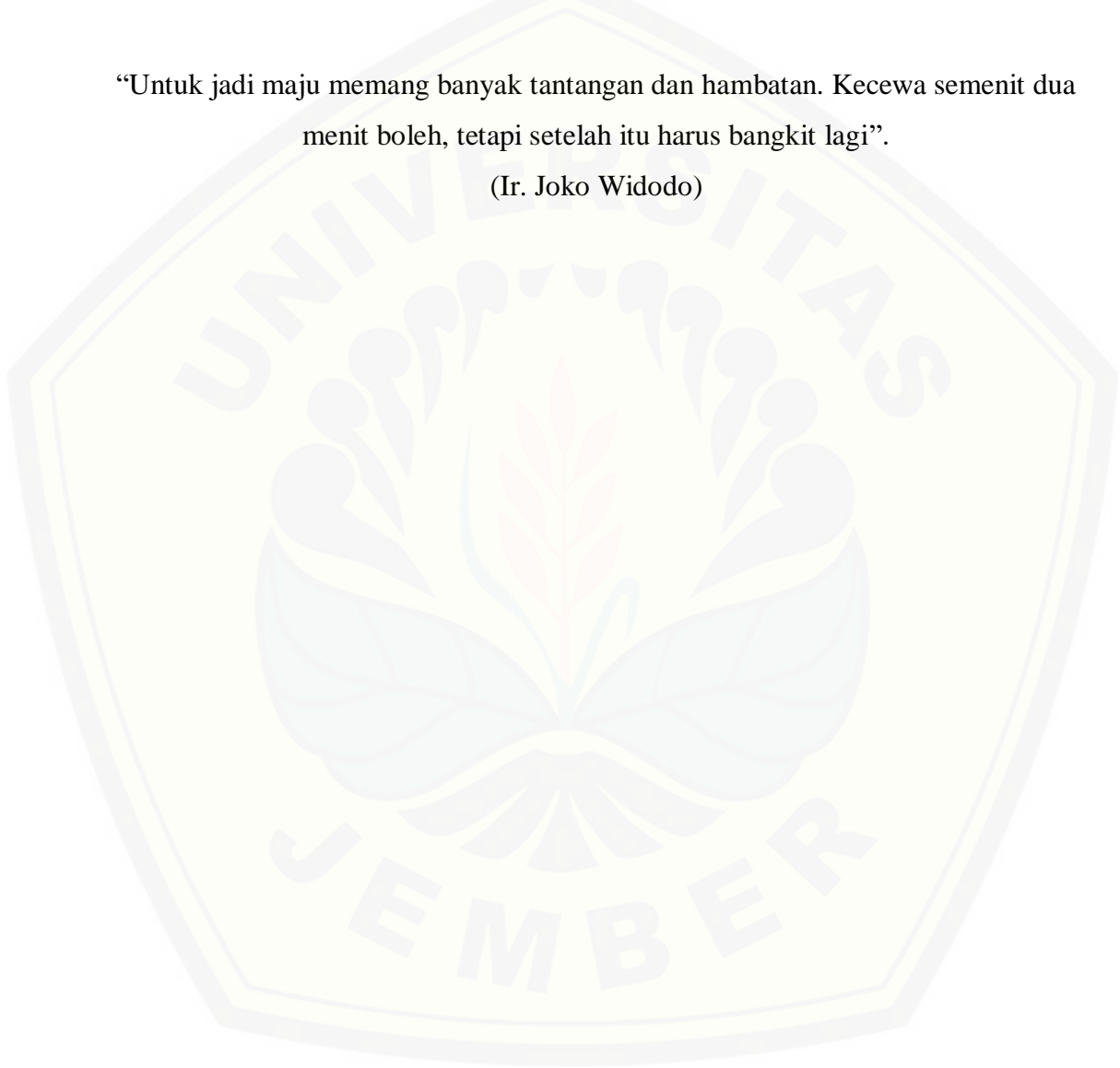
**MOTTO**

“Jangan biarkan kesulitan membuatmu gelisah, karena bagaimanapun juga hanya di malam yang paling gelapah bintang-bintang tampak bersinar lebih terang”

(Ali Bin Abi Thalib)

“Untuk jadi maju memang banyak tantangan dan hambatan. Kecewa semenit dua menit boleh, tetapi setelah itu harus bangkit lagi”.

(Ir. Joko Widodo)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arthanti Yulia Admaja

NIM : 161710201068

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “*Perlakuan Beda Massa Dan Waktu Kontak Adsorben Karbon Aktif Kulit Kopi pada Penanganan Air Limbah Pengolahan 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, 22 Juni 2020  
Yang menyatakan,

Arthanti Yulia Admaja  
NIM 161710201068

**SKRIPSI**

**PERLAKUAN BEDA MASSA DAN WAKTU KONTAK  
ADSORBEN KARBON AKTIF KULIT KOPI PADA  
PENANGANAN AIR LIMBAH  
PENGOLAHAN KOPI**

Oleh

**Arthanti Yulia Admaja  
NIM 161710201068**

Dosen Pembimbing Utama

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

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “*Perlakuan Beda Massa Dan Waktu Kontak Adsorben Karbon Aktif Kulit Kopi Pada Penanganan Air Limbah Pengolahan Kopi.*” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Senin

Tanggal : 22 Juni 2020

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing Utama

Dr. Ir. Elida Novita, S.TP., M.T.

NIP. 197311301999032001

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota,

Dr. Ir. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T.

NIP. 197211301999032001

Dr. Ir. Soni Sisbudi Harsono, M.Eng., M.Phil

NIP. 196412311989021040

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.

NIP. 196809231994031009



## RINGKASAN

**Perlakuan Beda Massa Dan Waktu Kontak Adsorben Karbon Aktif Kulit Kopi Pada Penanganan Air Limbah Pengolahan Kopi;** Arthanti Yulia Admaja, 161710201068; 2020; 65 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Limbah padat kopi berupa kulit buah kopi hanya dimanfaatkan sebagai pupuk oleh masyarakat. Untuk meminimalisir jumlah limbah yang semakin besar, perlu dilakukan penanganan yang tepat dengan cara menggunakan limbah padat dari kulit buah kopi sebagai adsorben yang akan menangani air limbah dari kopi melalui proses adsorpsi. Kulit kopi memiliki kandungan selulosa yang cukup besar, yaitu 15-43 %. Kandungan selulosa tersebut yang baik digunakan untuk pembuatan karbon aktif. Kulit buah kopi akan dibakar di dalam tanur untuk menjadikannya sebagai arang. Karbon yang sudah jadi diaktifkan menggunakan NaOH 1 M. Untuk karakteristik karbon aktif yang diukur yaitu kadar air, kadar abu, dan daya serap iod. Karakteristik tersebut berpacu pada baku mutu karbon aktif menurut SNI-06-3730-1995 yaitu kadar air maksimal 15%, kadar abu maksimal 10%, dan daya serap iod minimal 750%. Berdasarkan hasil analisis nilai karakteristik karbon aktif kulit kopi menghasilkan kadar air 0,033%, kadar abu 0,704% ,dan daya serap iod 507.600%. Karbon aktif yang baik digunakan pada proses adsorpsi yaitu karbon aktif yang sudah memenuhi standar baku mutu.

Pada proses adsorpsi, adsorbat yang digunakan yaitu air limbah hasil pengolahan kopi. Parameter adsorpsi yang digunakan adalah kekeruhan dan panjang gelombang warna. Panjang gelombang warna yang digunakan yaitu 460 nm. Air limbah memiliki nilai kekeruhan 226 NTU dan warna 1,374 Scala Pt – Co. Kedua nilai tersebut jauh dari baku mutu parameter kekeruhan yaitu 100 NTU dan warna 50 Scala Pt – Co.

Metode adsorpsi dapat menghasilkan air limbah yang tidak keruh dengan warna yang bening. Pada metode adsorpsi dilakukan perbedaan massa dan waktu kontak. Massa yang digunakan yaitu 5 gram, 1 gram, dan 15 gram. Waktu kontak yang digunakan 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Perbedaan massa dan waktu kontak dilakukan untuk mengetahui massa yang paling bagus dan waktu kontak yang optimum. Karbon aktif yang digunakan yaitu 20-60 mesh dengan air limbah sebanyak 100 ml untuk setiap sampel. Setelah melalui proses adsorpsi menghasilkan sampel massa 15 gram dan waktu kontak 60 menit dengan nilai kekeruhan dan warna terendah. Efisiensi dari metode adsorpsi menggunakan karbon aktif kulit kopi menghasilkan nilai tertinggi pada sampel 15 gram dan waktu kontak 60 menit yaitu 0,896% pada parameter kekeruhan dan 0,839% pada parameter panjang gelombang warna. Semakin rendah nilai kekeruhan dan panjang gelombang warna menghasilkan air limbah yang bening dan tidak keruh maka, semakin tinggi nilai efisiensinya.



## SUMMARY

**Variation Mass and Time Contact Adsorben Active Carbon Coffee Skin on Water Treatment Wastewater Processing Coffee; Arthanti Yulia Admaja, 161710201068; 2020; 65 Page** Department of Agriculture Engineering Faculty of Agricultural Technology Universitas Jember.

Solid waste coffee in the form of coffee pulp is only utilized as fertilizer by society. To minimize the amount of waste that is getting bigger, it needs to be done the proper handling by using solid waste from the skin of coffee pulp as adsorbent that will handle the wastewater from coffee through an adsorption process. Coffee skin has a considerable cellulose content, which is 15-43%. The cellulose content is good for the manufacture of activated carbon. The rind of the coffee will be burned in the furnace to make charcoal. Activated carbon uses NaOH 1 M. For the characteristic of activated carbon is measured by water content, ash content, and iod absorption. The characteristic is a race against the quality of active carbon according to SNI-06-3730-1995 is water content of maximum 15%, ash content maximum 10%, and iod absorption power at least 750%. Based on the results of the analysis of the characteristic value of active carbon coffee skin produces a moisture content of 0.033%, ash content is 0.704%, and the absorption of iod is 507,600%. Good activated carbon is used in the adsorption process that is activated carbon that already meets the quality standards.

In the adsorption porses, the adsorbate used is the waste water processing coffee. The adsorption Parameter used is turbidity and wavelength color. The wavelength of color used is 460 nm. Waste water has a turbidity value of 226 NTU and color 1.374 Scala Pt – Co. Both values are far from quality standards of turbidity parameter is 100 NTU and color 50 Scala Pt – Co.

The adsorption method can produce wastewater that is not cloudy with clear color. On the adsorption method is done mass difference and contact time. The masses used are 5 grams, 1 gram, and 15 grams. Contact time used is 60 minutes, 90 minutes, and 120 minutes. The difference in mass and time of contact is done to know the most good mass and optimum contact time. Activated carbon is used 20-60 mesh with waste water as much as 100 ml for each sample. After going through the adsorption process resulted in a mass sample of 15 grams and a contact time of 60 minutes with the lowest turbidity and color values. The efficiency of the method of adsropsi using the active carbon coffee skin produces the highest value in the sample 15 grams and the contact time of 60 Minutes is 0.896% in turbidity parameters and 0.839% in the color wavelength parameter. The lower the turbidity value and the wavelength of the color resulting in clear waste water and not cloudy, the higher the value of efficiency.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “*Perlakuan Beda Massa Dan Waktu Kontak Adsorben Karbon Aktif Kulit Kopi pada Penanganan Air Limbah Pengolahan 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. Kedua orang tua Bapak Kristanto dan Ibu Tri Yuliani yang telah banyak memberikan doa, semangat, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan pendidikan dijenjang Perguruan Tinggi;
2. Dr. Ir. Elida Novita, S.TP., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) yang telah memberikan ilmu, waktu, dan membimbing penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
3. Rufiani Nadzirah, S.TP., M.SC., selaku dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
4. Dr. Ir. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T., selaku ketua tim penguji yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
5. Dr. Ir. Soni Sisbudi Harsono, M.Eng., M.Phil., selaku anggota tim penguji yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
6. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian;
7. Seluruh teknisi laboratorium, staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuannya selama proses penelitian dan penyelesaian skripsi ini;
8. Semua sanak saudara yang telah memberikan semangat dan motivasi kepada penulis;
9. Teman-teman seperjuangan satu penelitian maupun teman se-Universitas yaitu Eng, Intan, Teteh Khodijah, Puput, Unyil, Degita, Dehan, Catur, Fadhil, Arga,

Ais, dan Iis yang telah memberi dukungan dan kerjasama yang baik, sehingga menjadi tim yang solid dan telah memberikan bantuan selama penelitian berlangsung;

10. Teman-teman cewek TEP-A yaitu Puput, Arum, Kiki, Intan, Eng, Devi, Ana, Nisa, Tiara, Puri, dan Egi yang telah dengan sabar selalu mengingatkan dan membantu selama kuliah;
11. Teman-teman yang sudah membantu mengoreksi naskah saya yaitu Devira, Mita, Catur, Puput, Teteh, dan Eng.
12. Teman-teman Teknik Pertanian angkatan 2016 khususnya TEP A yang telah memberikan dukungan, semangat, dan doa kepada penulis;
13. Teman-teman yang berada dalam organisasi IMATEKTA Periode 2019 yang telah membantu dalam penelitian ini dan memberikan pengalaman berorganisasi kepada penulis;
14. Teman-temanku dan saudara satu kos Kuburan yaitu Iis, Ais, Akyun, Desi, Tiyas, Riti, Rizha, Dhita, Nia, Zulfa, Fara, Josi, Dias, Elin, dan Kirana. Terimakasih telah menjadi penghibur dikala penat memikirkan penelitian;
15. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan banyak bantuan berupa tenaga maupun pikiran pada penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan perlindungan kepada mereka semua. Penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan baik dalam teknis penulisan maupun materi, mengingat kemampuan yang penulis miliki. Sehingga kritik dan saran sangat diharapkan untuk membangun penelitian yang lebih baik lagi. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, 22 Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBING .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>viii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</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>3</b>
<b>1.4 Tujuan Penelitian .....</b>	<b>3</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian .....</b>	<b>4</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Kopi.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Kopi Arabika .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 Limbah Padat Kopi .....</b>	<b>7</b>
<b>2.4 Karbon Aktif.....</b>	<b>7</b>
<b>2.5 Penanganan Air Limbah Kopi.....</b>	<b>9</b>
<b>2.6 Penanganan Air Limbah Secara Adsorpsi .....</b>	<b>10</b>
2.6.1 Mekanisme Adsorpsi.....	10
2.6.2 Adsorpsi.....	10
2.6.3 Faktor-Faktor Adsorpsi .....	11
<b>2.7 Adsorben.....</b>	<b>12</b>
<b>2.8 Parameter .....</b>	<b>12</b>
2.6.2 <i>Spektrofotometer UV-VIS</i> .....	12
2.6.3 <i>Kekeruhan</i> .....	13
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....</b>	<b>14</b>
<b>3.3 Metode Pengambilan Data .....</b>	<b>14</b>

3.3.1 Data Primer.....	14
3.3.2 Karakterisasi Karbon Aktif.....	15
3.3.3 Rancangan Perlakuan .....	16
<b>3.4 Diagram Penelitian.....</b>	<b>17</b>
<b>3.5 Tahapan Penelitian.....</b>	<b>18</b>
3.5.1 Pembuatan Karbon Aktif.....	18
3.5.2 Proses Adsorpsi.....	19
3.5.3 Pengukuran Parameter Kekeruhan.....	19
3.5.4 Pengukuran Parameter Warna .....	20
3.5.5 Penentuan Panjang Gelombang Warna .....	21
<b>3.6 Metode Analisis Data.....</b>	<b>22</b>
3.6.1 Analisis Data Efisien.....	22
3.6.2 Uji Anova 2 arah .....	22
3.6.3 Uji <i>Tuckey</i> .....	22
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1 Karakterisasi Limbah Padat Kulit Buah Kopi.....</b>	<b>25</b>
4.1.1 Kadar Air .....	25
4.1.2 Kadar Abu.....	26
4.1.3 Kadar Iod.....	27
<b>4.2 Efisiensi Hasil Adsorpsi.....</b>	<b>27</b>
4.2.1 Kekeruhan.....	28
4.2.2 Warna .....	31
<b>4.3 Hasil Uji Statistik.....</b>	<b>35</b>
4.3.1 Uji Anova Kekeruhan.....	35
4.3.2 Uji Anova Warna .....	36
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>39</b>
5.1 Kesimpulan .....	39
5.2 Saran.....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>40</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>44</b>

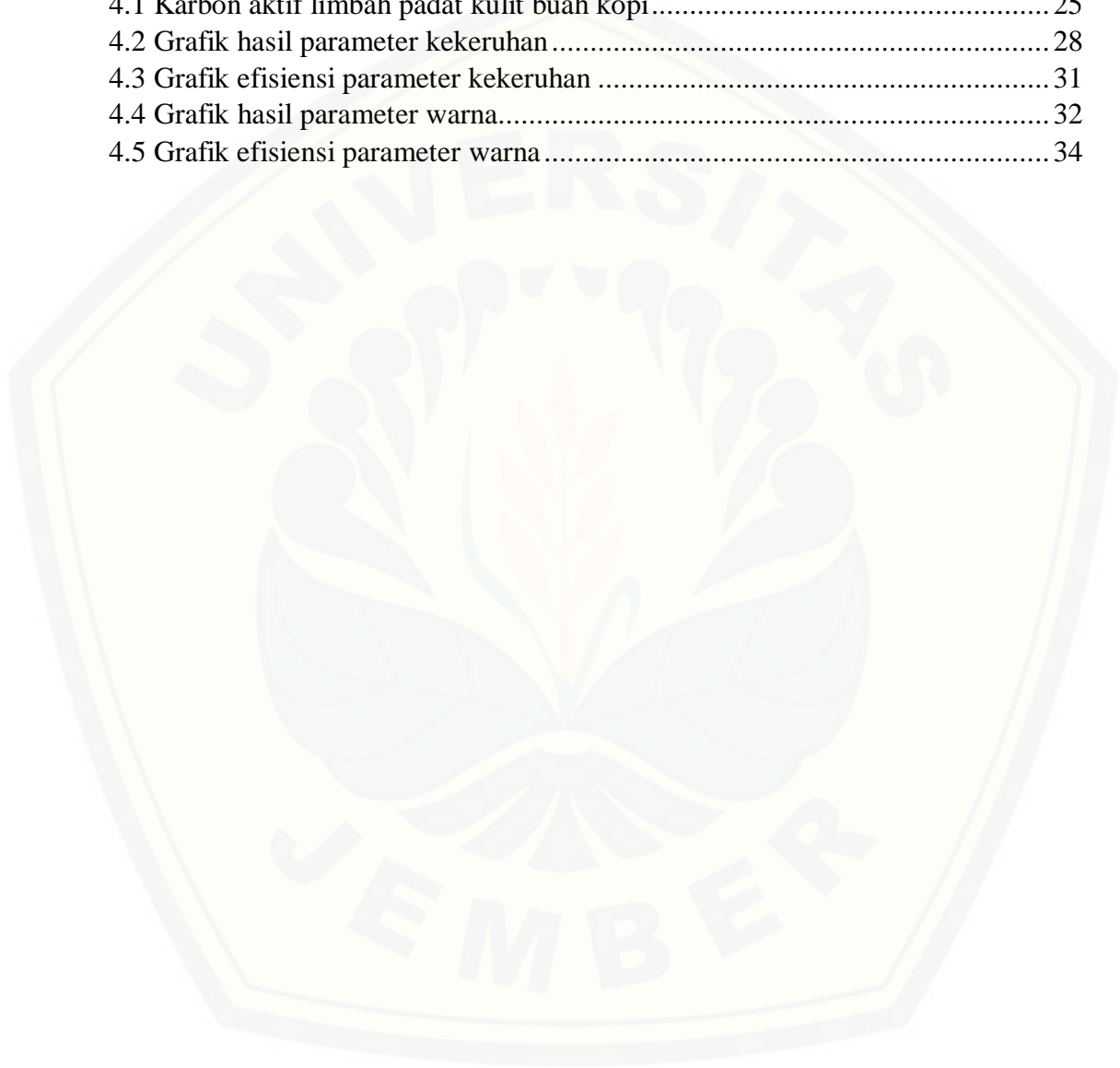


DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Kandungan kimia limbah kulit kopi .....	7
2.2 Persyaratan arang aktif SNI .....	8
2.3 Klasifikasi karbon aktif berdasarkan bentuknya.....	9
2.4 Baku mutu parameter .....	9
3.1 Pengelompokan variasi sampel.....	16
3.2 Anova dua arah tanpa interaksi.....	23
4.1 Karakterisasi karbon aktif kulit buah kopi arabika .....	25
4.2 Data hasil pengukuran adsorpsi .....	28
4.3 Hasil urutan pengelompokan terbaik pada kekeruhan .....	30
4.4 Hasil urutan pengelompokan terbaik pada warna.....	33
4.5 Hasil Uji anova kekeruhan .....	35
4.6 Hasil uji <i>tuckey</i> waktu kontak pada kekeruhan.....	35
4.7 Hasil uji <i>tuckey</i> massa pada kekeruhan .....	36
4.8 Hasil uji anova pada warna.....	36
4.9 Hasil uji <i>tuckey</i> waktu kontak pada gelombang warna .....	37
4.10 Hasil uji <i>tuckey</i> massa pada gelombang warna.....	37

**DAFTAR GAMBAR**

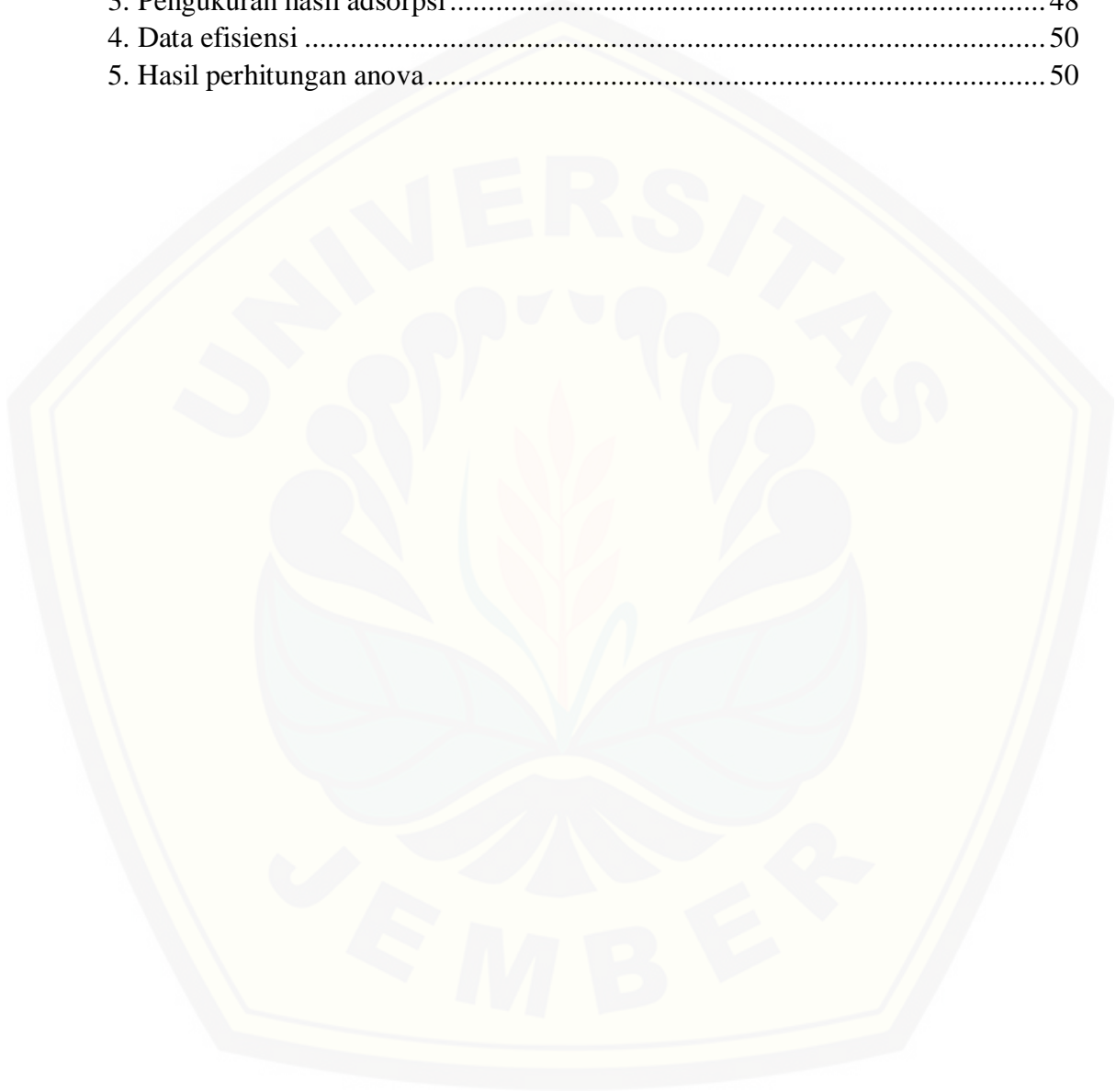
	Halaman
3.1 Diagram alir prosedur penelitian .....	17
3.2 Grafik laju adsorpsi pada panjang gelombang warna .....	21
4.1 Karbon aktif limbah padat kulit buah kopi.....	25
4.2 Grafik hasil parameter kekeruhan .....	28
4.3 Grafik efisiensi parameter kekeruhan .....	31
4.4 Grafik hasil parameter warna.....	32
4.5 Grafik efisiensi parameter warna .....	34





**DAFTAR LAMPIRAN**

1. Dokumentasi penelitian.....	44
2. Pengukuran karakterisasi arang .....	46
3. Pengukuran hasil adsorpsi .....	48
4. Data efisiensi .....	50
5. Hasil perhitungan anova.....	50



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu hasil perkebunan yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Sebelum diolah menjadi bubuk, kopi yang sudah dipetik dengan kulit buah berwarna merah akan dipisahkan dari bijinya menggunakan mesin *pulper*. Setelah terpisah, biji kopi akan difermentasi lalu dicuci untuk menghilangkan kambium yang ada pada biji. Pengolahan kopi secara basah ataupun kering akan menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan disekitarnya. Limbah yang dihasilkan dapat berupa limbah padat dan air limbah. Pada proses pengolahan secara basah, kulit buah dan kulit tanduk adalah limbah padat yang dihasilkan pada proses pengupasan buah. Kulit kopi memiliki kandungan selulosa yang cukup besar, yaitu 15-43 % (Puspitasari *et al.*, 2017). Limbah buah kopi biasanya berupa daging buah yang secara fisik komposisi mencapai 48%, terdiri dari kulit buah 42% dan kulit biji 6% (Juwita *et al.*, 2017).

Proses pengolahan kopi secara basah mengakibatkan dampak lingkungan berupa air yang menjadi keruh dengan warna yang gelap. Air yang digunakan dalam pengolahan kopi yang tersisa sebagai air limbah memiliki tingkat polusi tinggi. Air limbah yang paling pekat pada pengolahan kopi yaitu air limbah setelah proses fermentasi. Proses fermentasi dapat memecah komponen kompleks seperti karbohidrat, protein dan lemak menjadi zat – zat yang lebih sederhana seperti glukosa, asam amino dan asam lemak. Melalui fermentasi kandungan serat kasar (terutama lignin dan selulosa) dari limbah buah kopi dapat berkurang. Berkurangnya kandungan serat kasar tersebut menyebabkan air limbah kopi pada pencucian setelah fermentasi menghasilkan air limbah yang keruh dan kental (Sariadi, 2011).

Limbah padat dan air limbah yang dihasilkan dari tahapan pengolahan kopi sangat banyak. Produksi kopi dapat menghasilkan limbah padat kulit kopi mencapai 28,7 % (Parani dan Eyini, 2010). Dampak sederhana yang ditimbulkan adalah bau busuk yang cepat muncul. Hal ini karena kulit kopi masih memiliki

kadar air yang tinggi, yaitu 75-80% (Juwita *et al.*, 2017) sehingga sangat mudah ditumbuhi oleh mikroba pembusuk, hal ini akan berdampak buruk pada lingkungan sekitar jika dalam jumlah besar dapat mencemari udara dan perairan. Biasanya masyarakat hanya memanfaatkan kulit buah kopi yang sudah terpisah dari bijinya sebagai pupuk kompos, namun ampas kopi termasuk bahan organik yang dapat dibuat menjadi arang aktif untuk digunakan sebagai adsorben atau bahan penyerap (Irmanto, 2009). Bahan baku yang berasal dari bahan organik dapat dibuat menjadi karbon aktif karena mengandung karbon. Arang aktif adalah suatu padatan berpori yang dihasilkan dari bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Semakin luas permukaan arang aktif maka daya adsorpsinya semakin tinggi (Sembiring, 2003). Karbon aktif adalah arang yang diproses sedemikian rupa sehingga mempunyai daya serap atau adsorpsi yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk larutan atau uap. Karbon aktif secara luas digunakan sebagai adsorben dan secara umum mempunyai kapasitas yang besar untuk mengadsorpsi molekul organik.

Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan oleh padatan tertentu terhadap zat tertentu yang terjadi pada permukaan zat padat karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan zat padat tanpa meresap ke dalam. Penanganan air limbah dengan metode adsorpsi diharapkan bisa menurunkan kekeruhan dan warna pada air limbah. Adsorben yang digunakan dibagi menjadi tiga massa yang berbeda yaitu 5 gram, 10 gram, dan 15 gram dengan waktu kontak adsorpsi yaitu 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Massa karbon aktif dipengaruhi oleh berat karbon tersebut. Semakin berat massa karbon aktif, maka semakin luas permukaannya dan semakin tinggi daya serapnya (Syauqiah *et al.*, 2011). Sedangkan waktu kontak merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi hasil adsorpsi. Waktu kontak dipengaruhi oleh massa karbon aktif yang digunakan, karena semakin berat massa karbon aktif maka semakin kecil waktu kontak yang dibutuhkan untuk mencapai kesetimbangan (Syauqiah *et al.*, 2011). Perbedaan massa dan waktu kontak dilakukan untuk mengetahui massa dan waktu kontak yang optimum untuk karbon aktif kulit buah kopi. Karakterisasi adsorben yang dianalisis yaitu kadar iod, kadar air, dan kadar abu agar adsorben atau

karbon aktif sesuai dengan standar Indonesia. Adsorpsi akan membentuk lapisan tipis (adsorbat) pada permukaannya. Adsorben dari limbah padat berupa kulit buah kopi arabika dan adsorbat berupa air limbah dari kopi. Dengan pemanfaatan ini, maka jumlah limbah yang dihasilkan akan semakin sedikit dan tingkat kekeruhan serta warna gelap air limbah akan berkurang.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang pada uraian di atas, maka permasalahan yang dapat dirumuskan, yaitu :

1. Bagaimana karakteristik karbon aktif kulit buah kopi arabika?
2. Bagaimana efisiensi massa dan waktu kontak terhadap hasil adsorpsi?
3. Bagaimana pengaruh massa dan waktu kontak pada hasil adsorpsi menggunakan analisis varian dua arah?

### **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah penelitian adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan karbon aktif dari kulit kopi di Desa Tanah Wulan kecamatan Maesan, Bondowoso dengan aktivator NaOH untuk penanganan limbah cair kopi.
2. Karakterisasi yang dihasilkan dari limbah padat kulit kopi meliputi kadar abu, kadar iod, dan kadar air.
3. Kemampuan karbon aktif dalam mengadsorpsi air limbah kopi.
4. Analisis data menggunakan uji analisis varian dua arah tanpa interaksi karena tidak ada pengulangan saat pengambilan data.

### **1.4 Tujuan**

Berikut merupakan tujuan dari penelitian, yaitu:

1. Menentukan hasil karakteristik karbon aktif kulit buah kopi.
2. Menentukan efisiensi massa dan waktu kontak pada penanganan air limbah hasil pengolahan kopi menggunakan adsorpsi.
3. Menentukan pengaruh massa dan waktu kontak menggunakan analisis varian dua arah.

### 1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu :

1. Manfaat bagi ilmu pengetahuan dan teknologi yaitu dapat digunakan sebagai acuan baku mutu limbah cair kopi, sehingga dapat diterapkan pada penelitian ataupun dalam mengukur karakteristik limbah cair kopi.
2. Manfaat untuk Dinas Lingkungan Hidup yaitu sebagai referensi dalam perancangan UU Lingkungan Hidup tentang penanganan limbah cair kopi.
3. Bagi tempat industri kopi dapat dijadikan acuan karakteristik limbah cair kopi sehingga dapat dilakukan penanganan untuk mengurangi pencemaran akibat limbah tersebut.
4. Bagi masyarakat, penelitian ini dapat dijadikan saran edukasi untuk mengurangi pencemaran akibat limbah cair kopi.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kopi

Kopi diperoleh dari buah yang termasuk dalam familia Rubiceae. Kopi merupakan andalan ekspor Indonesia. Sejak zaman Hindia Belanda sampai saat ini, Indonesia menjadi negara produsen kopi terbesar ke empat setelah Brazil, Columbia, dan Vietnam, sebelumnya posisi Indonesia berada pada posisi ke tiga. Perdagangan dunia didominasi oleh kopi jenis Arabica (70%) dan Robusta (30%). Sedangkan kopi yang ditanam di Indonesia adalah jenis Arabica sebesar 10% dan Robusta 90% (Mulato, 2001).

Jenis kopi yang bermacam-macam akan mempengaruhi komposisi kimia, sifat fisik dan komposisi kopi biji yang dihasilkan. Perubahan warna kopi yang masak merupakan akibat dari reaksi perombakan dan reaksi sintesis karotenoid yang larut dalam lemak serta sintosis antosiani yang larut dalam air. Warna hijau pada buah-buahan muda disebabkan oleh klorofil (Mulato, 2001).

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 (Riastutik *et al.*, 2015) 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.

### 2.2 Kopi Arabika

Kopi Arabika merupakan kopi yang paling banyak dikembangkan di dunia maupun di Indonesia khususnya. Kopi ini ditanam pada dataran tinggi yang memiliki iklim kering sekitar 1350-1850 m dari permukaan laut. Sedangkan di Indonesia sendiri kopi ini dapat tumbuh dan berproduksi pada ketinggian 1000 – 1750 m dari permukaan laut. Jenis kopi cenderung tidak tahan *Hemileia Vastatrix* yang merupakan penyakit karat daun kopi dan merupakan parasit bagi tanaman lain. Namun kopi ini memiliki tingkat aroma dan rasa yang kuat. Karat daun ini

dapat menyebabkan produksi dan kualitas biji kopi menjadi turun (Indrawanto *et al.*, 2010).

Perkebunan kopi Arabika hanya terdapat pada beberapa daerah tertentu. Kopi Arabika dapat tahan terhadap masa kering yang berat, walaupun kopi ini tidak memerlukan bulan kering. Hal ini dikarenakan kopi Arabika ditanam pada elevasi yang tinggi dan relatif lebih lembab serta akarnya lebih dalam dari pada kopi Robusta.

Klasifikasi tanaman kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) menurut (Rahardjo, 2012) sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*;  
Subkingdom : *Tracheobionta*;  
Super Divisi : *Spermatophyta*;  
Divisi : *Magnoliophyta*;  
Kelas : *Magnoliopsida*;  
Sub Kelas : *Asteridae*;  
Ordo : *Rubiales*;  
Famili : *Rubiaceae*;  
Genus : *Coffea*;  
Spesies : *Coffea arabica* L.

Karakter morfologi yang khas pada kopi Arabika adalah tajuk yang kecil, ramping, ada yang bersifat ketai dan ukuran daun yang kecil. Biji kopi Arabika memiliki beberapa karakteristik yang khas dibandingkan biji jenis kopi lainnya, seperti bentuknya yang agak memanjang, bidang cembungnya tidak terlalu tinggi, lebih bercahaya dibandingkan dengan jenis lainnya, ujung biji mengkilap, dan celah tengah dibagian datarnya berlekuk (Panggabean, 2011).

Di Indonesia terdapat dua jenis kopi yang terkenal yaitu jenis arabika (*coffee arabica*) dan Robusta (*Coffee canephora*). Perbedaan antara kedua jenis kopi ini adalah terletak pada rasa, daerah tumbuh dan kandungan kafeinnya. Kopi Arabika biasanya ditanam pada daerah dataran tinggi sedangkan kopi Robusta biasanya ditanam pada daerah dataran rendah. Kopi Robusta biasanya dikatakan kopi kelas dua karna memiliki rasa yang lebih pahit, kandungan kafein yang



tinggi dan rasanya sedikit asam tetapi kopi ini lebih tahan terhadap serangan hama dan penyakit. Sedangkan, kopi Arabika adalah jenis kopi nomor satu dimana kandungan kafeinnya lebih rendah dan tidak ada rasa asamnya (Panggabean, 2011).

### 2.3 Limbah Padat Kopi

Limbah padat hasil pengolahan kopi yaitu dapat berupa kulit buah, kulit tanduk, kulit ari, dan daging buah. Limbah yang paling banyak berasal dari proses pengupasan (*pulping*). Limbah kulit hasil *pulping* mengandung kadar air yang cukup tinggi karena dalam proses *pulping* adanya pencampuran dengan air (Ridwansyah, 2003). Kulit kopi diketahui memiliki kandungan selulosa yang tinggi, mencapai 34.2% berat kering, 24.5% hemiselulosa dan kandungan lignin hingga 23.4% (Pertiwi, 2016). Kandungan selulosa dan unsur karbon pada kulit tanduk kopi berpotensi sebagai bahan dasar dalam pembuatan karbon aktif. Kulit pulp kopi memiliki kandungan nitrogen (N) sebesar 1,94%, fosfor (P) 0,28% dan kalium (K) 3,61%. (Budiarti, 2014). Berikut merupakan kandungan kimia pada limbah kulit kopi yang disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.1 Kandungan kimia limbah kulit kopi

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

Sumber : (Widad, 2017).

### 2.4 Karbon Aktif

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon. Arang selain digunakan sebagai bahan bakar, juga dapat digunakan sebagai adsorben (Muthmainnah, 2012). Karbon 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, 2004).

Menurut (Kvech dan Steve, 1998 dalam Navia *et al.*, 2018) , menyatakan bahwa karbon aktif adalah suatu bahan padat yang berpori dan merupakan hasil pembakaran dari bahan yang mengandung karbon melalui proses pirolisis. Sebagian dari pori-porinya masih tertutup hidrokarbon, tar, dan senyawa organik lain. Komposisi ponennya terdiri dari karbon terikat (*fixed carbon*), abu, air, nitrogen, dan sulfur.

Menurut Suhendra dan Gunawan, (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.

Menurut SNI (Standar Nasional Indonesia), arang aktif yang baik mempunyai persyaratan seperti yang tercantum pada Tabel 2.3 berikut ini.




Tabel 2.2 Persyaratan arang aktif menurut SNI 06-3730-1995.

Jenis	Persyaratan (%)
Air	Maksimum 4,5
Abu	Maksimum 2,5
Daya serap terhadap Iod	Minimum 750

Sumber : Badan Standardisasi Nasional (1995)

Menurut (Alfred *et al.*, 1993), klasifikasi karbon aktif berdasarkan bentuknya digolongkan menjadi tiga yang tercantum pada tabel berikut ini.

Tabel 2.3 Klasifikasi karbon aktif berdasarkan bentuknya

Jenis Karbon	Ukuran (mm)	Kegunaan	Bentuk
<i>Powdered Activated Carbon</i> (PAC)	<0.18	Digunakan pada fasa cair.	
<i>Granular Activated Carbon</i> (GAC)	0.2-5	Digunakan pada fasa cair dan gas.	
<i>Extruded Activated Carbon</i> (EAC)	0.8-5	Digunakan pada fasa gas.	

Sumber: (Alfred *et al.*, 1993).

## 2.5 Penanganan Limbah Kopi

Menurut (Novita, 2012), air limbah kopi mengandung bahan organik yang tinggi dan dapat menyebabkan pencemaran jika dibuang langsung ke lingkungan. Proses pengolahan kopi dengan cara semi basah banyak menghasilkan limbah cair kopi, baik dari proses pengupasan kulit buah (*pulping*), pencucian, dan setelah terjadi fermentasi. Menurut (Droste, 1997), penanganan air limbah yang umum dilakukan adalah dengan melakukan kombinasi penanganan fisika-kimia dan biologi. Meskipun demikian mungkin saja hanya dilakukan penanganan fisika kimia. Beberapa contoh metode penanganan air limbah adalah menggunakan karbon aktif, reaktor anaerobik, koagulasi-flokulasi, ekualisasi, penyaringan, filtrasi, insinerasi (pengabuan), sistem kolam, netralisasi, sedimentasi, dan lain-lain.

Tabel 2.4 Baku mutu limbah cair industri kopi

Parameter	Baku mutu	Satuan
Kekeruhan	100	NTU
Warna	50	Scala Pt – Co
TSS	Golongan I: 100; II: 200; III:300; IV: 400.	mg/l

Sumber: Keputusan Gubernur Kepala Daerah Ibukota Jakarta Nomor 1608 Tahun 1988 dan Keputusan Menteri Negara KLH Nomor KEP-03/MENKLH/1991.

## 2.6 Penanganan Air Limbah Secara Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan oleh padatan tertentu terhadap zat tertentu yang terjadi pada permukaan zat padat karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan zat padat tanpa meresap ke dalam. Interaksi yang terjadi akan menyebabkan sifat-sifat senyawa akan mengalami modifikasi atau perubahan (Cash, 2001). Proses adsorpsi tergantung pada sifat zat padat yang mengadsorpsi, sifat atom atau molekul yang diserap, konsentrasi, temperatur dan lain-lain.

### 2.6.1 Mekanisme Adsorpsi

Adsorpsi sebagai suatu proses peristiwa penyerapan pada lapisan permukaan atau antar fasa, dimana molekul dari suatu materi terkumpul pada bahan pengadsorpsi atau adsorben (Brady, 1999). Pada proses adsorpsi terbagi menjadi 4 tahap yaitu:

1. Transfer molekul-molekul zat terlarut yang teradsorpsi menuju lapisan film yang mengelilingi adsorben.
2. Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui lapisan film (*film diffusion process*).
3. Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui kapiler/pori dalam adsorben (Syauqiah *et al.*, 2011).

Adsorpsi digunakan untuk memindahkan senyawa kimia tertentu larutan dengan menggunakan adsorben karbon aktif dimana karbon aktif mampu mengadsorpsi senyawa organik dan juga menghilangkan bau tak sedap, rasa dan warna serta senyawa organik toksik (Syauqiah *et al.*, 2011).

### 2.6.2 Adsorpsi

Adsorpsi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu adsorpsi fisika dan kimia. Adsorpsi fisika disebabkan oleh gaya *van der waals* dimana ada gaya tarik menarik antara adsorbat dengan permukaan adsorben. Adsorpsi kimia terjadi karena adanya pertukaran atau pemakaian bersama elektron antara molekul adsorbat dengan permukaan adsorben sehingga terjadi reaksi kimia. Ikatan yang terbentuk antara adsorbat dengan adsorben adalah ikatan kimia dan ikatan itu lebih kuat dari pada adsorpsi fisika (Sudirjo, 2010)

### 2.6.3 Faktor-Faktor Adsorpsi

Beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi, yaitu :

#### a. Sifat Adsorben

Karbon aktif merupakan adsorben berpori yang terdiri dari unsur karbon bebas dan berikatan secara kovalen serta bersifat non polar pada permukaannya. Di samping itu struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, dimana semakin kecil pori-pori karbon aktif maka luas permukaan semakin besar sehingga kecepatan adsorpsi akan bertambah.

#### b. Sifat Serapan

Karbon aktif tersebut memiliki kemampuan untuk mengadsorpsi senyawa yang berbeda-beda, dimana adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dan struktur yang sama. Adsorpsi juga dipengaruhi oleh gugus fungsi, posisi gugus fungsi, ikatan rangkap, struktur rantai dari senyawa yang diserap.

#### c. pH (Derajat Keasaman)

Pada asam organik adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan yaitu dengan penambahan asam mineral, hal ini disebabkan karena kemampuan asam mineral untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut, sedangkan bila pH asam organik dinaikkan dengan penambahan alkali maka adsorpsi akan berkurang dan akibatnya akan terbentuk garam.

#### d. Waktu Kontak

Apabila karbon aktif ditambahkan dalam suatu cairan maka akan dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan, dimana waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah karbon aktif yang digunakan. Di samping itu pengadukan juga dapat mempengaruhi waktu kontak karena pengadukan ini dimaksudkan untuk dapat memberi kesempatan pada partikel karbon aktif untuk bersentuhan dengan senyawa yang diserap. Mekanisme proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben secara kimia maupun fisika. Adsorpsi adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida baik cairan maupun



gas terikat pada permukaan padatan dan akhirnya membentuk suatu lapisan tipis pada permukaan padatan tersebut (Syauqiah *et al.*, 2011).

## 2.7 Adsorben

Adsorben merupakan bahan padat dengan luas permukaan dalam yang sangat besar. Adsorben adalah zat atau material yang mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mempertahankan cairan atau gas didalamnya. Karakter adsorben dapat dilihat dari permukaannya seperti luas permukaan dan polaritas. Semakin luas permukaan, maka kemampuan adsorpsi akan meningkat. Menurut (Suhendra dan Gunawan, 2011), berberapa 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.

## 2.8 Parameter

Berikut merupakan beberapa parameter yang digunakan untuk proses adsorpsi yaitu:

### 2.8.1 Spektrofotometer UV-VIS (Warna)

Spektrofotometer dikhususkan hanya memberikan spektrum tampak dan spektrum UV, dan teknik analisisnya disebut spektrofotometri UV-Vis. Spektrofotometer dapat digunakan untuk mengamati spektrum serapan (spektrum absorpsi) atau spektrum pancaran (spektrum emisi) sebagai hasil perubahan dalam sampel akibat radiasi cahaya (Mulyono, 2009).

Spektrofotometri *visible* disebut juga spektrofotometri sinar tampak. Sinar tampak adalah sinar yang dapat dilihat oleh mata manusia. Cahaya yang dapat dilihat oleh mata manusia adalah cahaya dengan panjang gelombang 400-800 nm

dan memiliki energi sebesar 299–149 kJ/mol (Tsalatsin dan Matsuri, 2014). Salah satu langkah yang harus dilakukan saat menganalisis spektrofotometer yaitu menentukan panjang gelombang yang akan digunakan sesuai dengan sampel. Analisa pada spektrofotometri didasarkan pada 21 panjang gelombang maksimum ( $\lambda_{\text{maks}}$ ) yaitu panjang gelombang dengan absorbansi maksimum, karena setiap senyawa yang mengandung gugus kromofor dan berwarna mempunyai  $\lambda_{\text{maks}}$  yang spesifik (Ibrahim dan Sanusi M, 2013). Panjang gelombang maksimum untuk limbah cair kopi yaitu 460 nm. Pada spektrofotometer terdapat sumber cahaya berupa lampu kalimotor untuk memotong sinar yang menyebar, prisma yang berfungsi untuk menyeleksi spektrum cahaya, cuvet untuk wadah sampel dan *blanko* sebagai sel pembanding yang akan ditangkap oleh fotometer berupa intensitas cahaya (Afandi, 2018).

#### 2.8.2 Kekeruhan

Kekeruhan atau turbiditas disebabkan karena adanya materi suspensi seperti tanah liat atau lempung, endapan lumpur, partikel organik yang koloid, plankton, dan organisme mikroskopis lainnya (World Health Organization, 1998). Turbiditas biasanya diukur menggunakan turbidimeter yang berprinsip pada spektroskopi adsorpsi, dan yang diukur adalah adsorpsi akibat partikel yang tercampur. Turbiditas berprinsip pada hamburan sinar dengan peletakan detektor ada sudut  $90^\circ$  dari sumber sinar dan yang diukur adalah hamburan cahaya oleh campurannya (Khopkar, 1990).



## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2019 sampai September 2019 di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (TPKL), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanur, tungku pembakaran, rancangan alat adsorpsi, turbidimeter, spektrofotometer UV-Vis, oven, desikator, ayakan 20 dan 60 mesh, neraca analitik, labu ukur 1000 ml, buret 25 ml, *beaker glass* 50 ml, pipet tetes, pipet mohr 10 ml, cawan porselin, stirer, kuvet, plastik *wrap*, corong kaca, kertas sharing whatman no. 41, tisu, gelas takar 1000 ml, *stopwatch*, botol sampel 1 liter.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kulit buah kopi yang digunakan sebahai bahan dasar karbon aktif. Kulit kopi didapat dari Agroindustri Tanah Wulan. Aktivasi karbon dilakukan dengan menggunakan NaOH 1M, Bahan lain yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah akuades, kalium iodida (KI), iodium ( $I_2$ ), natrium thiosulfat ( $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ ).

### 3.3 Metode Pengambilan Data

#### 3.3.1 Data Primer

Data yang digunakan untuk penelitian ini yaitu data primer yang didapat langsung dari objek penelitian. Data yang didapat termasuk data kuantitatif yang didapat dalam waktu berkala. Pengambilan data dilakukan tiga kali pengulangan. Data dari setiap parameter akan digunakan untuk menentukan analisis uji anova adsorpsi karbon aktif kulit kopi. Parameter yang digunakan yaitu kekeruhan dan panjang gelombang warna. Perbandingan yang diukur yaitu massa dan waktu kontak karbon aktif. Data massa yang akan diukur yaitu: 5 gram, 10 gram, dan 15

gram. Dengan waktu kontak 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Uji yang digunakan yaitu Anova dua arah.

### 3.3.2 Karakterisasi Karbon Aktif

#### 1. Kadar Air (SNI, 1995)

Pengukuran kadar air bahan ditentukan dengan cara pengeringan karbon aktif yang telah dihaluskan seberat 1 gram dengan menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 1 jam. Sampel karbon aktif tersebut diletakkan pada cawan yang sudah diketahui beratnya. Selanjutnya sampel karbon aktif didinginkan pada desikator selama 15 menit, karbon aktif yang telah dingin akan ditimbang untuk mengetahui beratnya. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{Penyusutan bobot}}{\text{gram contoh}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

#### 2. Kadar abu (SNI, 1995)

Penimbangan sebanyak 1 gram contoh dalam cawan abu, dikeringkan pada suhu 105°C. Kemudian dipanaskan diatas bara sampai asap berhenti mengepul. Setelah itu dimasukkan ke dalam tanur dan diabukan pada suhu 650°C sampai terbentuk abu putih. Abu yang terbentuk dibasahi air suling, dikeringkan dengan oven, kemudian pada *hot plate*.

$$\text{Kadar abu total (\%)} = \frac{\text{Bobot abu total}}{\text{gram contoh}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

#### 3. Daya serap terhadap iod (SNI, 1995)

Karbon aktif sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* kemudian ditambahkan 25 ml larutan iod monoklorida dan *erlenmeyer* ditutup dengan tutup yang telah dibasahi dengan KI, kemudian dikocok dan disimpan ditempat gelap selama 2 jam kedalam *erlenmeyer* ditambahkan larutan Kalium Iodida (KI) 20 % dan 150 ml air suling kemudian dikocok dan seterusnya dititrasi dengan larutan tiosulfat 0,1 N.

$$\text{Daya serap terhadap larutan iod} = \frac{10 - (b \times a) / N \times 126,9 \text{ fp}}{\text{gram contoh}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan :

- b = jumlah titran untuk contoh
- a = normalitas larutan
- N = normalitas  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

126,9 = berat atom iod

### 3.3.3 Rancangan Perlakuan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak faktorial. Faktor yang digunakan yaitu massa dan waktu kontak, dimana setiap faktor terdapat tiga taraf yaitu pada faktor massa karbon aktif menggunakan taraf 5 gram, 10 gram, dan 15 gram. Rentan 5 gram pada setiap massa dengan massa terberat 15 gram dikarenakan pada studi literatur yang telah dilakukan, banyak ditemukan refrensi jurnal menggunakan massa karbon aktif paling banyak hanya sampai 5 gram. Dilakukan rentan massa 5 gram diharapkan terlihat perbedaan pengaruh yang nyata pada setiap massa. Pada faktor waktu kontak yaitu 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Rentan waktu kontak yaitu 30 menit dengan waktu kontak terlama 120 menit. Menurut Nurhasin *et al.*, 2012, waktu kontak yang digunakan 15, 30, 45, dan 60 menit dengan massa 1, 2, 3, 4, dan 5 gram. Dilakukan rentan waktu 30 menit pada setiap waktu kontak diharapkan dapat diketahui waktu kontak yang paling optimum digunakan pada karbon aktif kulit buah kopi. Adsorpsi dilakukan dengan menggunakan 9 perlakuan terhadap 3 sampel, sehingga Tabel 3.1 memiliki 27 sampel. Berikut merupakan pembagian kelompok pada sampel penelitian. Berikut merupakan tabel nama pada kelompok sampel yang telah ditentukan.

Tabel 3.1 Pemberian nama pada kelompok sampel

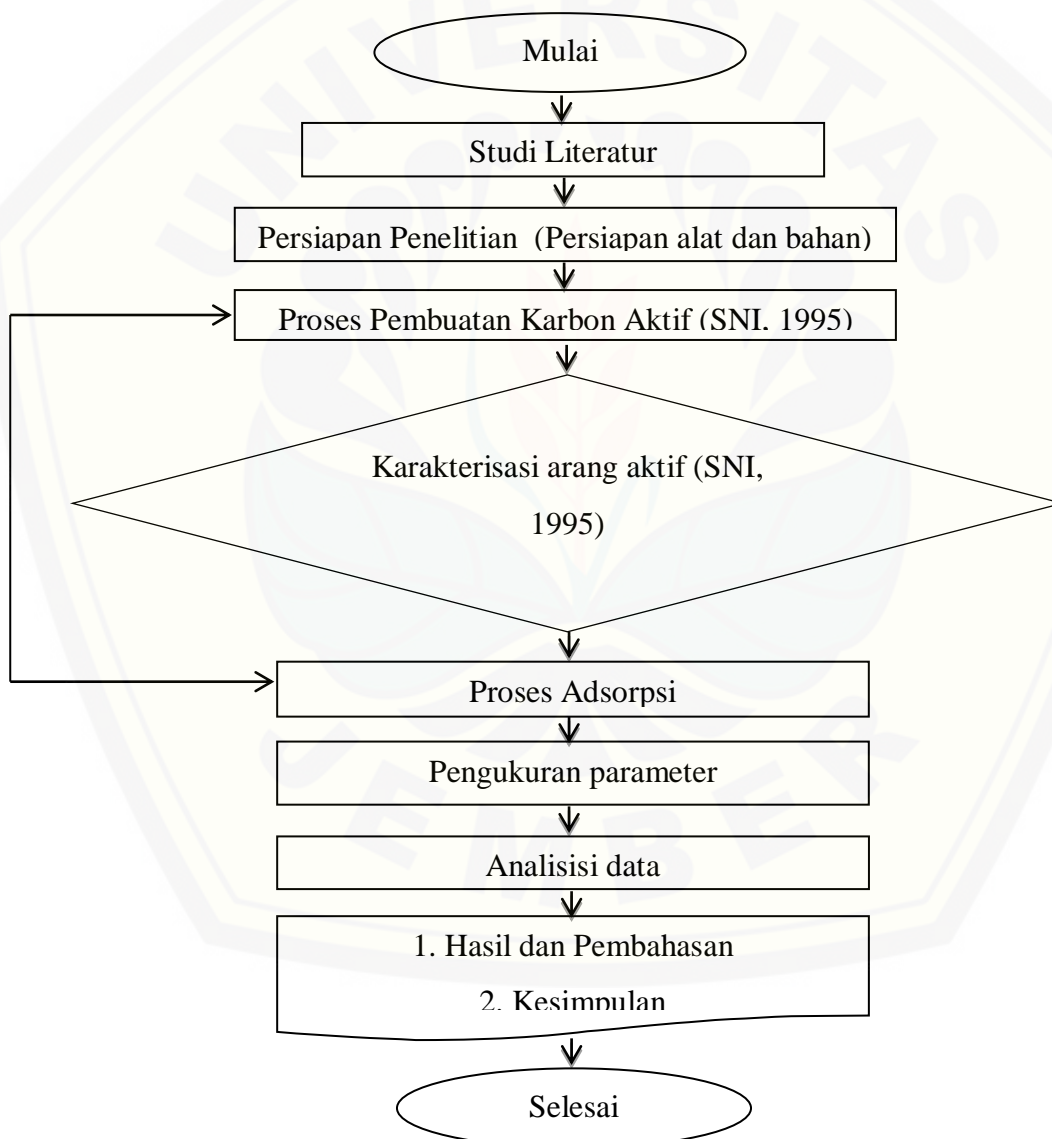
Massa	Waktu			Sampel
	5 menit (W1)	10 menit (W2)	15 menit (W3)	
5 gram (M1)	W1M1a	W2M1a	W3M1a	sampel 1 (a)
	W1M1b	W2M1b	W3M1b	sampel 2 (b)
	W1M1c	W2M1c	W3M1c	sampel 3 (c)
10 gram (M2)	W1M2a	W2M2a	W3M2a	sampel 1 (a)
	W1M2b	W2M2b	W3M2b	sampel 2 (b)
	W1M2c	W2M2c	W3M2c	sampel 3 (c)
15 gram (M3)	W1M3a	W2M3a	W3M3a	sampel 1 (a)
	W1M3b	W2M3b	W3M3b	sampel 2 (b)
	W1M3c	W2M3c	W3M3c	sampel 3 (c)

Pengukuran parameter pada metode adsorpsi yaitu kekeruhan dan panjang gelombang warna yang dilakukan pada semua sampel dengan total sampel

keseluruhan yaitu 27 sampel. Massa pada tabel disimbolkan dengan huruf M dan waktu kontak disimbolkan dengan huruf W. Hasil pengukuran tersebut merupakan data primer. Data tersebut digunakan untuk membandingkan perbedaan perlakuan yang dipengaruhi oleh dua faktor penelitian yaitu kecepatan dan waktu.

### 3.4 Diagram Penelitian

Berikut ini merupakan diagram alir penelitian penanganan limbah cair kopi menggunakan adsorben kulit buah kopi arabika.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

### 3.5 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pembuatan karbon aktif, karakterisasi karbon aktif, proses adsorpsi, analisis data

#### 3.5.1 Pembuatan Karbon Aktif

Prosedur pembuatan karbon aktif kulit buah kopi arabika adalah sebagai berikut:

##### 1. Persiapan

Persiapan bahan dilakukan sebelum penelitian. Bahan dasar kulit kopi arabika yang digunakan yaitu 20 kg. Kulit kopi arabika diperoleh dari industri rumahan di daerah Maesan, Bondowoso. Kulit kopi arabika dikeringkan selama 3 hari untuk mengurangi sisa-sisa air.

##### 4. Karbonisasi

Karbonisasi kulit kopi dilakukan dengan menggunakan tungku pembakaran tanur, menggunakan metode pirolisis dengan cara dipanaskan pada suhu 450 °C selama 5 jam. Proses ini dilakukan untuk pemurnian karbon sehingga diharapkan pori-pori dari karbon tersebut dapat menyerap limbah (Suhendra dan Gunawan, 2010).

##### 5. Pengecilan ukuran

Pengecilan ukuran karbon aktif sebagian menggunakan mesin selep dan sebagian lagi dikecilkan dengan cara ditumbuk. Karbon aktif diayak menggunakan ayakan ukuran mesh 150 mesh, 100 mesh, 80 mesh, 60 mesh, dan 20 mesh. Karbon aktif yang digunakan adalah karbon aktif lolos 20-60 mesh.

##### 6. Aktivasi

Proses aktivasi dilakukan dengan cara direndam dengan menggunakan NaOH 1M. Sebelumnya pembuatan NaOH dilakukan dengan cara menimbang NaOH menggunakan neraca analitik sebanyak 40 gr. Mencampurkan NaOH 40 gr dengan akuades ke dalam labu ukur 100 ml. Kemudian dilakukan pengenceran pada larutan NaOH ke dalam labu ukur 1000 ml dan ditambahkan dengan *aquadest* sampai tanda batas. Proses perendaman dilakukan selama 24 jam. Perbandingan karbon aktif dan aktivator NaOH yang digunakan yaitu 1:3. Setelah aktivasi kimia dilakukan, dilanjutkan dengan pencucian karbon menggunakan akuades untuk menghilangkan sisa-sisa larutan aktivasi hingga pH karbon netral (Muthmainnah, 2012). Setelah pH netral dilanjutkan dengan aktivasi fisik yaitu



dioven dengan suhu 105 °C selama 24 jam (Setiawati dan Suroto, 2010).

### 3.5.2 Proses Adsorpsi

Proses adsorpsi pada air limbah kopi menggunakan karbon aktif kulit kopi arabika adalah sebagai berikut.

#### 1. Persiapan

Persiapan alat dan bahan dilakukan sebelum adsorpsi. Kertas saring kasar, karbon aktif dengan massa 5 gram, 10 gram dan 15 gram masing-masing 3 sampel, air limbah kopi, dan alat adsorpsi.

#### 2. Adsorpsi

Adsorpsi dilakukan dengan menuangkan masing-masing karbon aktif menurut urutan sampel dan waktu kontak. Waktu kontak yang digunakan yaitu 60, 90, dan 120 menit. Air limbah kopi sebanyak 100 ml dituangkan dalam wadah yang berisi karbon aktif. Karbon aktif yang digunakan yaitu 5 gram, 10 gram, dan 15 gram. Setelah air limbah dan karbon aktif tercampur selama waktu kontak yang ditentukan, wadah dibuka perlahan-lahan sampai air limbah menetes. Tetesan air limbah disaring menggunakan kertas saring kasar agar karbon yang terbawa dapat tersaring dan cairan hasil adsorpsi menjadi bersih.

### 3.5.3 Pengukuran Parameter Kekeruhan

Proses pengukuran parameter kekeruhan pada air limbah kopi yang sudah melalui proses adsorpsi adalah sebagai berikut.

#### 1. Persiapan

Persiapan alat dan bahan dilakukan sebelum pengukuran parameter kekeruhan. Bahan yang diukur yaitu sampel air limbah yang sudah melalui proses adsorpsi, terdapat 27 sampel. Masing-masing sampel akan diukur menggunakan alat turbidimeter.

#### 2. Kekeruhan

Pengukuran kekeruhan dilakukan dengan mengukur satu-persatu masing-masing sampel. Sebelum mengukur, alat harus dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan *aquadest*. Setelah kalibrasi, sampel dimasukkan ke dalam botol sampel kaca lalu tekan read untuk membaca berapa NTU nilai sampel limbah. Pengukuran dilakukan sampai 27 sampel.

### 3.5.4 Pengukuran Parameter Warna

#### 1. Persiapan

Persiapan alat dan bahan dilakukan sebelum pengukuran parameter warna. Bahan yang diukur yaitu sampel limbah yang sudah melalui proses adsorpsi, terdapat 27 sampel. Masing-masing sampel akan diukur menggunakan alat spektrofotometer.

#### 2. Warna

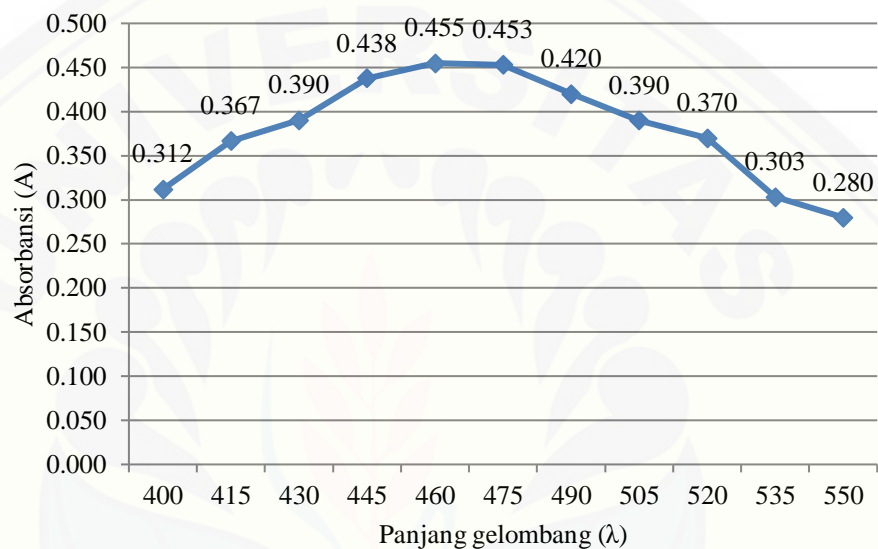
Pengukuran warna dilakukan dengan mengukur satu-persatu masing-masing sample. Berikut langkah-langkah menggunakan spektrofotometer:

- a. Nyalakan spektrofotometer. Sebagian besar alat spektrofotometer harus dihangatkan terlebih dahulu sebelum dapat memberikan hasil pengukuran yang akurat. Mesin ini kemudian biarkan selama 30 menit sebelum mengukur sampel.
- b. Membersihkan kuvet atau tabung reaksi menggunakan aquades dan tisu. Tuang sampel secukupnya ke dalam kuvet. Volume maksimum sebagian kuvet adalah 1 ml.
- c. Menyiapkan larutan aquadest sebagai *blank* atau *blanko*.
- d. Sebelum kuvet dimasukkan ke dalam spektrofotometer, harus memastikan kebersihannya terlebih dahulu untuk menghindari interferensi pengukuran akibat partikel debu atau pengotor.
- e. menentukan dan atur panjang gelombang cahaya untuk menganalisis sampel. Panjang gelombang yang dipakai yaitu 460 nm.
- f. mengkalibrasi spektrofotometer dengan larutan *blank* dengan meletakkan larutan *blank* ke dalam tempat kuvet dan tutup spektrofotometer. Pada layar spektrofotometer analog, ada jarum yang akan bergerak berdasarkan intensitas deteksi cahaya. Setelah larutan *blank* dimasukkan, jarum ini seharusnya akan bergerak ke kanan. Catat nilai ini untuk berjaga-jaga jika dibutuhkan nanti.
- g. mengukur *absorbansi* sampel. Larutan *blank* dikeluarkan dan memasukkan sampel ke dalam spektrofotometer. Tunggulah sekitar 10 detik hingga jarum tampak stabil atau angka pada layar digital berhenti berubah. Catat persentase *transmitan* dan/atau *absorbansi* sampel.



### 3.5.5 Penentuan Panjang Gelombang Warna

Variasi panjang gelombang yang digunakan pada penentuan panjang gelombang maksimum yaitu: 400nm; 415nm; 430nm; 445nm; 460 nm; 475 nm; 490 nm; 505 nm; 520 nm; 535 nm dan 550 nm. Panjang gelombang maksimum yang telah diketahui nilai adsorbansinya digunakan sebagai nilai adsorpsi awal sampel air limbah kopi. Berikut merupakan grafik laju adsorbansi pada rentang panjang gelombang warna 400-550 nm yang disajikan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Grafik laju adsorbansi pada rentang panjang gelombang 400-550 nm

Pada grafik 3.2 hasil dari laju adsorbansi pada rentang panjang gelombang warna antara 400-550 nm menghasilkan laju tertinggi adsorbansi 460 nm. Air limbah yang digunakan berwarna kuning yang merupakan warna komplementer (warna yang terlihat). Sedangkan warna yang diadsorpsi pada spektrofotometer yaitu biru. Panjang gelombang warna kuning berkisar antara 435-480 nm (Afandi, 2018). Karena nilai tertinggi laju adsorbansi 460 nm. Maka, untuk menghitung panjang gelombang warna pada proses adsorpsi menggunakan 460 nm.

### 3.6 Metode Analisis Data

#### 3.6.1 Analisis Data Efisiensi

Analisis data yang digunakan untuk menghitung efisiensi penanganan air limbah menggunakan karbon aktif kulit buah kopi arabika sebelum dan sesudah dikontakkan dengan adsorben dapat dihitung dengan rumus

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

Dimana : a = konsentrasi awal  
b = konsentrasi akhir

#### 3.6.2 Uji Anova Dua Arah

Analisis data yang digunakan untuk mengetahui beda perlakuan yaitu menggunakan Anova dua arah. Pengujian anova dua arah mempunyai beberapa asumsi diantaranya: 1. Populasi yang diuji berdistribusi normal, 2. Varian atau ragam dan populasi yang diuji sama, 3. Sampel tidak berhubungan satu dengan yang lain. Tujuan dan pengujian anova 2 arah ini adalah untuk mengetahui apakah ada pengaruh dan berbagai kriteria yang diuji terhadap hasil yang diinginkan (Fajrin, 2016).

Tahapan analisis varian dua arah tanpa interaksi digunakan pada kelompok yang digunakan berasal dari sampel yang sama tiap kelompok. Anova tanpa interaksi digunakan ketika tidak ada pengulangan terhadap sampel. Hipotesis, tentukan  $\alpha$ , menghitung derajat bebas, nyatakan *decision rule* (kriteria keputusan, hitung tes statistik, nyatakan hasil, dan menentukan kesimpulan. Dalam anova dua arah tanpa interaksi terdapat dua hipotesis yang digunakan yaitu apakah ada perbedaan rata-rata antar kategori baik kategori berdasarkan baris maupun kolom. Hipotesis ( $H_0$ ) ditolak, jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  dan hipotesis ( $H_0$ ) diterima, jika  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ . Berikut hipotesis dalam Anova dua arah tanpa interaksi.

##### 1. Hipotesis anova kolom.

$H_0$ :  $a_1 = a_2 = \dots = a_k$ , Tidak ada perbedaan yang nyata antara rata-rata hitung dari kategori kolom

$H_1$ :  $a_1 \neq a_2 \neq \dots \neq a_k$ , Ada perbedaan yang nyata antara rata-rata hitung dari kategori kolom.

2. Hipotesis anova baris

H<sub>0</sub>: b<sub>1</sub> = b<sub>2</sub> = ... = b<sub>j</sub>, Tidak ada perbedaan yang nyata antara rata-rata hitung dari kategori baris

H<sub>1</sub>: b<sub>1</sub> ≠ b<sub>2</sub> ≠ ... ≠ b<sub>j</sub>, Ada perbedaan yang nyata antara rata-rata hitung dari kategori baris.

Metode adsorpsi ini menjelaskan hubungan antara beda massa adsorben terhadap jumlah atau konsentrasi adsorbat yang terakumulasi pada adsorben (karbon aktif). Menurut (Yusri, 2009), data yang diperoleh dianalisis seperti persamaan berikut:

Tabel 3.2 Anova dua arah tanpa interaksi

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung
Nilai Tengah Baris	JKB	r-1	KT <sub>B</sub> = JKB / db JKB	F <sub>1</sub> = KT <sub>B</sub> / KT <sub>G</sub>
Nilai Tengah Kolom	JKK	k-1	KT <sub>K</sub> = JKK / db JKK	F <sub>2</sub> = KT <sub>K</sub> / KT <sub>G</sub>
Galat	JKG	(r-1) (k-1)	KT <sub>G</sub> = JKG / db JKG	
Total	JKT	rk-1		

$$JKT = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k \sum_{k=1}^n x_{ijk}^2 - \frac{r^2}{bkn} \dots \dots \dots (3.5)$$

$$JKK = \sum_{j=1}^k \frac{T_j^2}{bn} - \frac{T^2}{bkn} \dots \dots \dots (3.6)$$

$$JKB = \sum_{i=1}^b \frac{T_i^2}{kn} - \frac{T^2}{bkn} \dots \dots \dots (3.7)$$

$$JKT = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k \frac{T_{ij}^2}{n} - \sum_{i=1}^b \frac{T_i^2}{kn} + \frac{r^2}{bkn} \dots \dots \dots (3.8)$$

$$JKG = JKT - JKB - JKK - JK(BK) \dots \dots \dots (3.9)$$

Keterangan:

- JKB = jumlah kuadrat baris
- JKK = jumlah kuadrat kolom
- JKG = jumlah kuadrat galat
- JKT = jumlah kuadrat total
- X<sup>2</sup><sub>ij</sub> = total keseluruhan dari baris dan kolom
- T<sup>2</sup> = total semua pengamatan
- T<sup>2</sup><sub>i</sub> = total pengamatan pada baris
- T<sup>2</sup><sub>j</sub> = total pengamatan pada kolom

- k = jumlah kolom
- b = jumlah baris
- bk = jumlah kolom dan baris

### 3.6.3 Uji *Tuckey*

Pengujian dengan uji *tuckey* digunakan jika analisis data dalam penelitian dilakukan dengan cara membandingkan data dua kelompok sampel yang jumlahnya sama, maka dilakukan pengujian hipotesis komparasi dengan uji *tuckey* sebagai berikut:

Hipotesis:

$$H_0 : \mu_A = \mu_B$$

$$H_1 : \mu_A > \mu_B$$

$\mu_A$  = rerata data kelompok eksperimen.

$\mu_B$  = rerata data kelompok kontrol.

Rumus yang digunakan :

$$Q_h = \frac{|\bar{y}_A - \bar{y}_B|}{\frac{\sqrt{RJK(D)}}{n}} = \frac{|\bar{y}_A - \bar{y}_B|}{\frac{\sqrt{s^2}}{n}} \dots \dots \dots (3.10)$$

$$s^2 = RJK(D) = \frac{JK(D)}{dk(D)} = \frac{\sum Y^2 t - \frac{(\sum Yt)^2}{ni}}{ni - k.b} = \frac{\sum Y^2 t - (\frac{(\sum YA)^2}{nA} + \frac{(\sum YB)^2}{nB})}{ni - k.b} \dots \dots \dots (3.11)$$

Keterangan:

- $Y_A$  = rerata skor kelompok eksperimen
- $Y_B$  = rerata skor kelompok kontrol
- $S^2$  = varians gabungan (kelompok eksperimen + kontrol)
- n = banyaknya sampel dalam satu kelompok
- n =  $n_A = n_B$
- $n_T$  = banyaknya sampel total (keseluruhan)
- $n_T$  =  $n_A + n_B$
- k = banyaknya kolom = 2
- b = banyaknya baris = 1

Untuk pengujian hipotesis, selanjutnya nilai  $Q_h = Q$  hitung di atas dibandingkan dengan nilai dari tabel distribusi tukey ( $Q$  tabel). Cara penentuan nilai  $Q$  tabel didasarkan pada taraf signifikansi tertentu (misal  $\alpha = 0,05$ ) dan  $dk_1$  ( $dk$  pembilang= $m$ )=banyaknya kelompok, serta  $dk_2$  ( $dk$  penyebut= $n$ )=banyaknya sampel per kelompok.

Atau  $Q_{tabel} = Q_{(\alpha; m; n)}$

Kriteria Pengujian Hipotesis : Tolak  $H_0$  (terima  $H_1$ ) jika  $Q_h > Q_t$

Terima  $H_0$  (tolak  $H_1$ ) jika  $Q_h < Q_t$

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Kadar air arang aktif yang diperoleh 0,033% dengan SNI maksimal 4,2%. Kadar abu arang aktif yang diperoleh 0,704% dengan SNI maksimal 2,5%. Daya serap iodin arang aktif 507600 mg/g dengan SNI minimal 750 mg/g. Semua hasil nilai karakterisasi karbon aktif kulit buah kopi arabika ini memenuhi persyaratan Standar Indonesia (SNI,1995).
2. Efisiensi tertinggi terdapat pada kelompok sampel M3W1 atau 15 gram/60 menit dengan nilai 89,56% pada parameter kekeruhan dan 83,86% pada parameter warna dengan air limbah sebanyak 100 ml.
3. Pada metode adsorpsi menggunakan uji analisis varian dua arah, pada parameter kekeruhan dan warna menghasilkan massa dan waktu kontak semuanya berbeda nyata. Terdapat pengaruh antara perbedaan massa dan waktu kontak.

### 5.2 Saran

Terdapat kekurangan dari penelitian ini, oleh karena itu perlu beberapa saran untuk penelitian ke depan yang lebih baik, yaitu:

1. Menggunakan perbandingan yang lebih besar dari penelitian sebelumnya agar mengetahui jika massa adsorben lebih besar berapa waktu kontak optimum yang dibutuhkan.
2. Perlu dilakukan kajian terhadap hasil efek penanganan air limbah kopi terhadap lingkungan atau tanaman. Kajian tersebut dapat menjadi judul skripsi baru yang akan meneruskan penelitian.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Afandi, R. 2018. Spektrofotometer Cahaya Tampak Sederhana untuk Menentukan Panjang Gelombang Serapan Maksimum Larutan Fe(SCN) dan CuSO<sub>4</sub>. *Skripsi*. Yogyakarta: Program Studi Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Alfred, Martin., James, Swarbrick., Camarata, A. 1993. *Dasar-Dasar Kimia Fisik Dalam Ilmu Farmasetik*. Jakarta: UI-Press.
- Barros, L.M., Maedo, G.R., Duarte, M.M.L., Silva, E.P., and L. 2003. Biosorption of Cadmium Using The Fungus *Aspergillus Niger*. *Journal of Chemical Engineering*. Brazilian. 5(1):8.
- Budiarti, R. 2014. Uji Efektivitas Arang Aktif Dari Kulit Biji Kopi Sebaagi Adsorben Ion Tombal (Pb) Dan Ion Cadmium (Cd). *Skripsi*. Jember: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember.
- Droste, at al. 1997. *Theory And Practice Of Water And Wastewater Treatment*. Canadian: 2nd Edition.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan. Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Yogyakarta: Kanisius.
- Fajrin, J. 2016. Aplikasi Metode Analysis Of Variance (Anova) Untuk Mengkaji Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Mortar. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*. 12(1):11.
- Ibrahim, Sanusi M., M. S. 2013. *Teknik Laboratorium Kimia Organik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Indrawanto, C., Kamawati, E., Munarso., Prastowo, S.J., Rubijo, B., S. 2010. *Budidaya Dan Pasca Panen Kopi*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.
- Irmanto, S. 2009. Penurunan Kadar Amonia, Nitrit, Dan Nitrat Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Arang Aktif Dari Ampas Kopi. *Jurnal MIPA*. 4(2):105–114.
- Juwita, A. I., A. Mustafa, dan R. Tamrin. 2017. Studi Pemanfaatan Kulit Kopi Arabika (Coffee Arabica l.) sebagai Mikro Organisme Lokal (mol). *Agrointek*. 11(1): 1.

- Khopkar, S. M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: Universitas Indonesia Press
- Kongsri, S., Janpradit K., Buappa., Techawongstien S., and C. S. 2013. Characterization and application for selenium adsorption in aqueous solution. *Chemical Engineering Journal*. 8(3): 1.
- Mc.Cash. E. M. 2001. *Surface Chemistry*. Oxford University Press. Oxford.
- Mulato, S. 2001. *Pelarutan Kafein Biji Robusta Dengan Kolom Tetap Menggunakan Pelarut Air*. Jakarta: Pelita Perkebunan
- Mulyono. 2009. *Kamus Kimia*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Muathmainnah. 2012. Pembuatan Karbon Aktif Tongkol Jagung dan Aplikasinya pada Pengolahan Minyak Jelantah. *Skripsi*. Palu: FKIP Universitas Tadulako
- Navia, Z., I. Fitriani,. dan V. Mardina. 2018. Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pembuatan Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sebagai Filter Dalam Gravity-Fed Filtering System. *Skripsi*. Universitas Samudra.
- Ningsih, D. A., I. Said., dan P. N. 2016. Adsorpsi Logam Timbal ( Pb ) Dari Larutannya Dengan Menggunakan Adsorben Dari Tongkol Jagung. *Skripsi*. Universitas Tadulako.
- Novita, E. 2012. Desain Proses Pengolahan pada Agroindustri Kopi Robusta Menggunakan Modifikasi Teknologi Olah Basah Berbasis Produksi Bersih. *Disertasi*. Bogor: Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. 1–46.
- Panggabean, E. 2011. *Buku Pintar Kopi*. Jakarta Selatan: PT Agro Media Pustaka. 124–132.
- Parani, K., Eyini, M. 2010. Effect Of Cofungal Treatment On Biodegration Of Coffee Pulp Waste In Solid State Fermentation. *Asian Journal Experiment Biological Science*. 1(2):352–359.
- Pari, G., K.Sofyan., W. Syafii., dan Buchari. 2004. Arang Aktif Sebagai Bahan Penangkap Formaldehida Pada Kayu Lapis. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 14(1): 17–23.
- Pertiwi, N. 2016. Kandungan Lignin, Selulosa, Hemiselulosa Dan Tanin Limbah Kulit Kopi Yang Difermentasi Menggunakan Jamur Aspergillus Niger Dan Trichoderma Viride. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin Makassar.

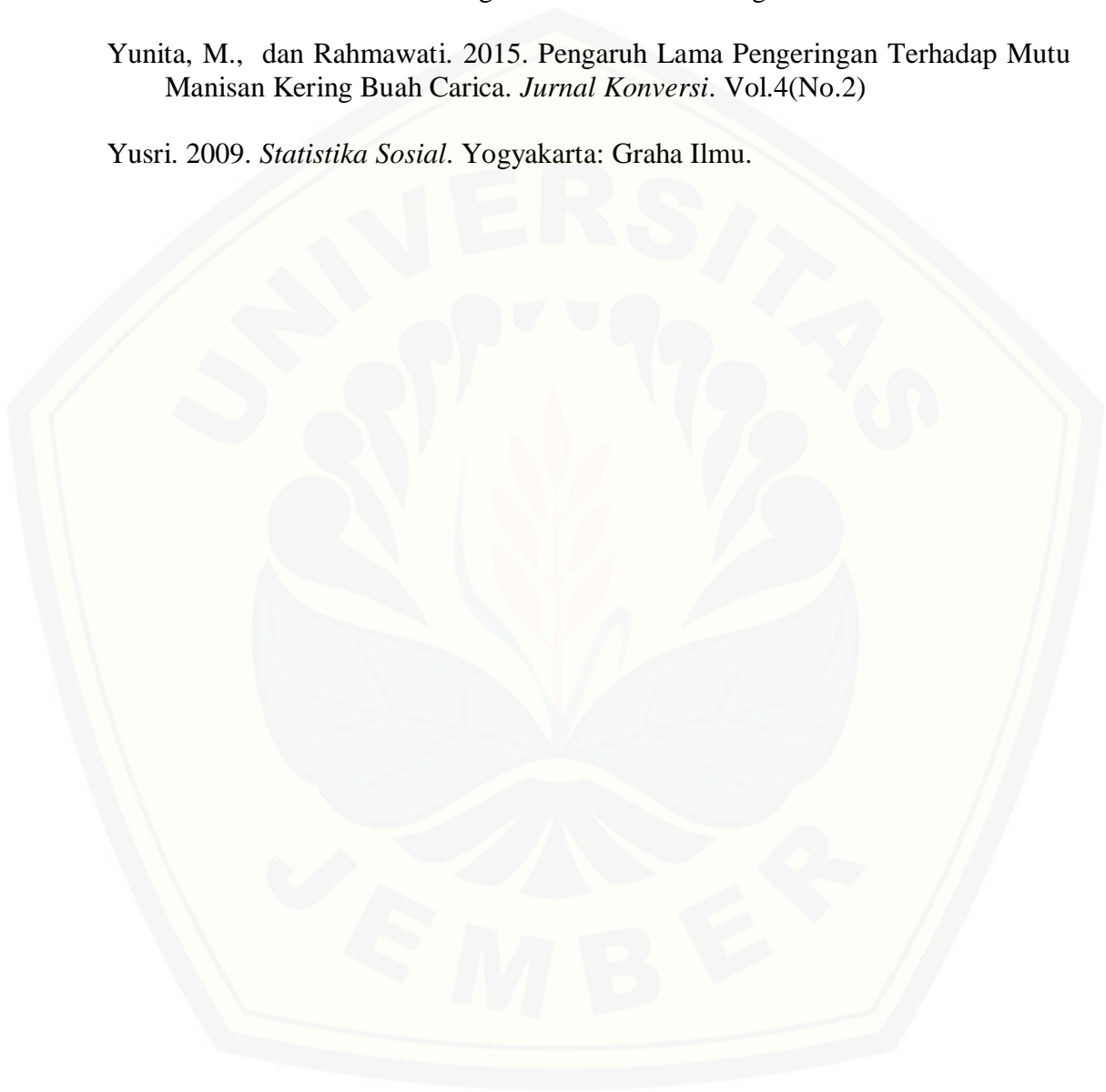
- Puspitasari, A. A., N. K. Sumarni., dan Musafira. 2017. Kajian Kapasitas Adsorpsi Arang Kulit Kopi Robusta Teraktivasi  $ZnCl_2$  Terhadap Ion Pb (ii). *Kovalen*. 3(2): 134.
- Rahardjo P. 2012. *Panduan Budidaya Dan Pengolahan Kopi Arabika Dan Robusta*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Riastutik, E. E., Dafik., A. F. 2015. Analisis Sirkulasi Udara Pada Tanaman Kopi Berdasarkan Tingkat Kekasaran Tumbuhan Dan Pola Tanam Graf Tangga Permata Menggunakan Metode Volume Hingga. *Skripsi*. Universitas Jember.
- Ridwansyah. 2003. Pengolahan Kopi. *Skripsi*. Medan: Fakultas Pertanian Departemen Teknologi Pertanian Universitas Sumatera Utara. 1-19.
- Romansyah, E., Mutianingsih., D, S, Putri., dan A, Alawiyah. 2018. Pengaruh Pemberian Daun Bambu Dan Arang Bambu Pada Pengelolaan Limbah Cair Tahu. *Jurnal Agrotek*. 5(2):79–86.
- Rosi, M. 2012. Superkapasitor Menggunakan Polimer Hidrogel Elektrolit dan Elektroda Nanopori Karbon. *Skripsi*. Institut Teknologi Bandung. Bandung. 16–20.
- Sembiring, M. T. dan T. S. Sinaga. 2003. Arang Aktif (Pengenalan Dan Proses Pembuatannya). *Skripsi*. Sumatera Utara:Fakultas Teknik Universitas Sumatera.
- Setiawati, E. dan Suroto. 2010. Pengaruh bahan aktivator pada pembuatan karbon aktif tempurung kelapa. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*. 2(1):21.
- SNI. 1995. *Arang aktif teknis*. Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional.
- Suhendra, D. dan E. R. Gunawan. 2011. Pembuatan arang aktif dari batang jagung menggunakan aktivator asam sulfat dan penggunaannya pada penjerapan ion tembaga (ii). *MAKARA of Science Series*. 14(1): 22–26.
- Syahrul, R. 2013. Analisis Status Kualitas Perairan Daerah Aliran Sungai Hilir Krueng Meureubo Aceh Barat. *Skripsi*. Universitas Teuku Umar.
- Syauqiah, I., M. Amalia., dan H. A. Kartini. 2011. Analisa Variasi Waktu dan Kecepatan Pengadukan pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif. *Jurnal Info Teknik*. 12(1).
- Tsalatsin, M. N. 2014. Penentuan Panjang Gelombang Sinar Menggunakan Interferensi Celah Ganda Sederhana. *Jurnal Fisika*. 4(2):1–1.

Widad, S. 2017. Perlakuan Hidrolisis Basa Pada Campuran Eceng Gondok Dan Kulit Kopi Terhadap Produksi Biogras Limbah Cair Pengolahan Kopi. *Skripsi*. Jember: Jurusan Teknik Pertanian Universitas Jember.

World Health Organization. 1998. *Division of Operational Support in Environmental Health*. Belgium: World Health Organization.

Yunita, M., dan Rahmawati. 2015. Pengaruh Lama Pengeringan Terhadap Mutu Manisan Kering Buah Carica. *Jurnal Konversi*. Vol.4(No.2)

Yusri. 2009. *Statistika Sosial*. Yogyakarta: Graha Ilmu.





LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi penelitian



Proses karbonisasi menggunakan tungku



Pengayakan arang



Aktivasi arang dengan menggunakan oven



Penimbangan arang aktif 5gr



Pengukuran limbah kopi sebanyak 100ml



Pengukuran Adsorpsi





Adsorpsi menggunakan rangkaian alat adsorpsi



Pengukuran kekeruhan menggunakan alat turbidimeter



Penuangan air limbah 100 ml



Pengukuran panjang gelombang warna



Contoh sampel sebelum dan sesudah adsorpsi



Pengukuran daya jerap iod



Pengukuran kadar abu menggunakan furnace



Arang aktif dari kulit buah kopi

## Lampiran 2. Data pengukuran karakterisasi arang

### 2.1 Data kadar air

No	Nama	W1 Cawan Awal (gram)	W2 Cawan + Massa awal (gram)	W3 Cawan + Massa akhir (gram)	(a) Massa awal (gram)	(b) Massa akhir (gram)	Kadar Air (%)
1	20-60 Mesh 1	4,64	5,64	5,61	1	0,97	0,03
	20-60 Mesh 2	4,6	5,6	5,57	1	0,97	0,03
	20-60 Mesh 3	4,01	5,01	4,97	1	0,96	0,04
2	80 Mesh 1	5,44	6,44	6,39	1	0,95	0,05
	80 Mesh 2	3,94	4,94	4,90	1	0,96	0,04
	80 Mesh 3	5,3	6,3	6,26	1	0,96	0,04
3	100 Mesh 1	5,41	6,41	6,33	1	0,92	0,08
	100 Mesh 2	3,93	4,93	4,85	1	0,92	0,08
	100 Mesh 3	4,69	4,98	5,60	1	0,91	0,09

**2.2 Kadar abu**

No	Nama	W1 Cawan Awal (gram)	W2 Cawan + Massa awal (gram)	W3 Cawan + Massa akhir (gram)	(a) Massa awal (gram)	(b) Massa akhir (gram)	Kadar Abu (%)
1	20-60 Mesh 1	13,4066	14,4066	13,7232	1	0,3166	0,6834
	20-60 Mesh 2	12,3141	13,3141	12,6016	1	0,2875	0,7125
	20-60 Mesh 3	12,3805	13,3805	12,6642	1	0,2837	0,7163
2	80 Mesh 1	10,13	11,13	10,4516	1	0,3216	0,6784
	80 Mesh 2	14,9404	15,9404	15,2523	1	0,3119	0,6881
	80 Mesh 3	15,5377	16,5377	15,8623	1	0,3246	0,6754
3	100 Mesh 1	10,0377	11,0377	10,2371	1	0,1994	0,8006
	100 Mesh 2	10,1776	11,1776	10,3716	1	0,194	0,806
	100 Mesh 3	10,0556	11,0556	10,2377	1	0,1821	0,8179

**2.3 Daya jerap iod**

Sampel Arang	Massa Arang (gr)	Volume Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mL)	Volume larutan iodin (mL)	Iodin Terjerap (mg/g)
20-60 Mesh	1	6	10	507600
80 Mesh	1	6,8	10	406080
100 Mesh	1	7	10	380700

### Lampiran 3. Data pengukuran hasil adsorpsi

#### 3.1 Data Pengukuran Warna

Sampel			
Awal	1,27	1,34	1,41
5gr/60	0,986	0,953	0,899
	0,984	0,955	0,899
	0,989	0,954	0,899
5gr/90	0,657	0,688	0,715
	0,656	0,688	0,715
	0,658	0,688	0,718
5gr/120	0,51	0,55	0,525
	0,512	0,51	0,523
	0,515	0,51	0,527
10gr/60	0,815	0,780	0,850
	0,814	0,780	0,851
	0,816	0,780	0,853
10gr/90	0,300	0,350	0,450
	0,305	0,350	0,452
	0,304	0,352	0,451
10gr/120	0,668	0,7	0,73
	0,668	0,7	0,73
	0,668	0,701	0,729
15gr/60	0,2	0,222	0,240
	0,2	0,221	0,245
	0,201	0,221	0,246
15gr/90	0,258	0,298	0,34
	0,258	0,298	0,342
	0,256	0,299	0,340
15gr/120	0,328	0,358	0,388
	0,328	0,351	0,389
	0,325	0,358	0,389

### 3.2 Data Pengukuran Kekeruhan

Sampel	60	90	120
5 gram (1)	73,2	55,5	30,45
5 gram (2)	70,5	61,2	35,9
5 gram (3)	75,9	50,45	37,6
10 gram (1)	53,3	31,6	40,9
10 gram (2)	60,6	32,3	40,3
10 gram (3)	57,9	30,3	40,4
15 gram (1)	20,3	28,5	28,1
15 gram (2)	28,4	26	29,9
15 gram (3)	22,1	23,9	23,6

### 3.3 Data Pengukuran Panjang Gelombang

No	Panjang Gelombang	Ulangan			Rata-Rata
		1	2	3	
1	385	1,452	1,255	1,232	1,313
2	400	1,127	0,993	0,976	1,032
3	415	0,853	0,727	0,778	0,786
4	430	0,653	0,556	0,624	0,611
5	445	0,553	0,521	0,454	0,509
6	460	0,483	0,451	0,430	0,455
7	475	0,498	0,443	0,418	0,453
8	490	0,415	0,422	0,422	0,420
9	505	0,385	0,388	0,396	0,390
10	520	0,374	0,360	0,377	0,370
11	535	0,330	0,250	0,330	0,303
12	550	0,222	0,258	0,234	0,238



**Lampiran 4. Data efisiensi****4.1 Tabel pengukuran efisiensi warna**

No.	Sampel	Warna Awal (A)	Warna Akhir (A)	Efisiensi (%)
1	M1W1	1,374	0,946	31,12
2	M1W2	1,374	0,687	50,00
3	M1W3	1,374	0,520	62,14
4	M2W1	1,374	0,815	40,65
5	M2W2	1,374	0,368	73,20
6	M2W3	1,374	0,699	49,10
7	M3W1	1,374	0,222	83,86
8	M3W2	1,374	0,299	78,25
9	M3W3	1,374	0,357	74,01

**4.2 Tabel pengukuran efisiensi kekeruhan**

No.	Sampel	Kekeruhan Awal	Kekeruhan Akhir	Efisiensi (%)
1	M1W1	226,000	73,20	67,611
2	M1W2	226,000	55,72	75,347
3	M1W3	226,000	34,65	84,668
4	M2W1	226,000	56,37	75,059
5	M2W2	226,000	31,40	86,106
6	M2W3	226,000	40,53	82,065
7	M3W1	226,000	23,60	89,558
8	M3W2	226,000	26,13	88,437
9	M3W3	226,000	27,20	87,965

**Lampiran 5. Hasil perhitungan anova****5.1 Uji anova warna**

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Rows	0,921505	8	0,115188	4,245471727	0,00672	2,59109618
Columns	0,203903	2	0,101952	3,757614352	0,045937	3,633723468
Error	0,434112	16	0,027132			
Total	1,55952	26				

**5.2 Uji tuckey warna**

A	3
N	9
df error	16
MS error	0,027132 0,05490598
q (3,16)	3,65 0,200406828 HSD

Waktu Kontak	HSD		Keterangan
60 menit dengan 90 menit	1,221	0,20040683	Rata-rata berbeda nyata
60 menit dengan 120 menit	1,889	0,20040683	Rata-rata berbeda nyata
90 menit dengan 120 menit	0,668	0,20040683	Rata-rata berbeda nyata

Massa	HSD		Keterangan
5 gram dengan 10 gram	0,812	0,20040683	Rata-rata berbeda nyata
5 gram dengan 15 gram	3,828	0,20040683	Rata-rata berbeda nyata
10 gram dengan 15 gram	3,016	0,20040683	Rata-rata berbeda nyata

**5.3 Uji anova kekeruhan**

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Rows	3863,365	8	482,920625	3,974834	0,009077193	2,591096
Columns	1485,083889	2	742,5419444	6,111731	0,010667869	3,633723
Error	1943,912778	16	121,4945486			
Total	7292,361667	26				

**5.4 Uji tuckey kekeruhan**

A	3
N	9
df error	16
MS error	121,495 3,674152187
q (3,16)	3,65 13,41065548

Waktu Kontak	HSD		Keterangan
60 menit dengan 90 menit	122,45	13,410655	Rata-rata berbeda nyata
60 menit dengan 120 menit	155,05	13,410655	Rata-rata berbeda nyata
90 menit dengan 120 menit	32,6	13,410655	Rata-rata berbeda nyata

Massa		HSD	Keterangan
5 gram dengan 10 gram	103,1	13,410655	Rata-rata berbeda nyata
5 gram dengan 15 gram	259,9	13,410655	Rata-rata berbeda nyata
10 gram dengan 15 gram	156,8	13,410655	Rata-rata berbeda nyata

