

**ARANG AKTIF BERBASIS AMPAS KOPI SEBAGAI ADSORBEN
LOGAM BERAT DAN ZAT PEWARNA *NAPHTOL YELLOW***

(Skripsi)

Oleh

DEO ANGGORO CAESAR



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRACT

ACTIVATED CARBON BASED ON SPENT COFFEE GROUND AS AN ADSORBENT FOR HEAVY METAL AND NAPHTOL YELLOW DYE

By

DEO ANGGORO CAESAR

Spent coffee produced in large enough quantities if not used will be wasted, so which can pollute environment. One of the efforts that can be done to reduce such pollution is to use spent coffee ground as activated carbon. The purpose of this research was to find the best type of activator used for the activation of spent coffee grounds which had the highest adsorption power of lead (Pb) and naphthol yellow. The study was arranged in a non-factorial completely randomized design with four repetition. The treatments for the research were type of activator, that were Control(D0), NaCl(D1), ZnCl(D2), HCl(D3), H₂SO₄(D4) and H₃PO₄(D5). The data was tested for the similarity of variance with the Bartlett test, the additivity of the data was tested with the Tuckey test and the significance test with the Anova test. Furthermore, the data were analyzed with the BNT test with a level of 5%. The results showed that the best activator was HCl(D3) which had an effective adsorption capacity of 99.08% for lead Pb and 96.56% for naphthol yellow dye.

Keywords: Coffee grounds, activated charcoal, metallic pb, naphthol yellow

ABSTRAK

ARANG AKTIF BERBASIS AMPAS KOPI SEBAGAI ADSROBEN LOGAM BERAT DAN ZAT PEWARNA *NAPHTOL YELLOW*

Oleh

DEO ANGGORO CAESAR

Ampas kopi yang dihasilkan dengan jumlah yang cukup besar jika tidak dimanfaatkan akan terbuang, sehingga dapat menimbulkan pencemaran salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi pencemaran ampas kopi adalah dengan memanfaatkan ampas kopi menjadi arang aktif. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan aktivator terbaik yang digunakan untuk aktivasi ampas kopi yang mempunyai daya adsorpsi logam berat jenis timbal (Pb) dan pewarna tertinggi. Penelitian disusun dalam rancangan acak lengkap non faktorial dalam empat ulangan. Perlakuan penelitian adalah jenis aktivator, yang terdiri dari Kontrol(D0), NaCl(D1), ZnCl(D2), HCl(D3), H₂SO₄(D4) dan H₃PO₄(D5). Data di uji kesamaan ragam nya dengan uji Bartlett, kenambahan data diuji dengan uji Tuckey dan uji signifikasi dengan uji Anova. Selanjutnya data di analisis dengan lebih lanjut dengan uji BNT dengan taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivator terbaik adalah HCl(D3) memiliki efektivitas daya adsorpsi pada logam berat timbal Pb sebesar 99,08% dan efektifitas daya adsorpsi zat warna naphtol yellow sebesar 96,56%.

Kata kunci : Ampas kopi, arang aktif, logam pb, naphtol yellow

**ARANG AKTIF BERBASIS AMPAS KOPI SEBAGAI ADSORBEN
LOGAM BERAT DAN ZAT PEWARNA *NAPHTOL YELLOW***

Oleh

DEO ANGGORO CAESAR

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

pada

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

Judul Skripsi : **ARANG AKTIF BERBASIS AMPAS KOPI
SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT DAN
ZAT PEWARNA *NAPHTOL YELLOW***

Nama Mahasiswa : **Deo Anggoro Caesar**

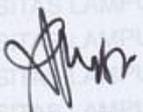
Nomor Pokok Mahasiswa : 1654051012

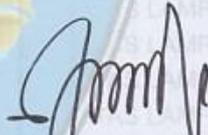
Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Pertanian

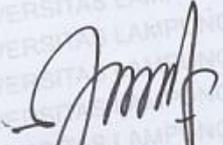


1. Komisi Pembimbing


Ir. Ribut Sugiharto, M.Sc.
NIP. 1966031499003 1 009


Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A
NIP. 19721006 199803 1 005

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

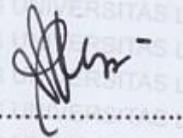

Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A
NIP. 19721006 199803 1 005

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

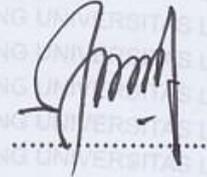
Ketua

: Ir. Ribut Sugiharto, M.Sc.



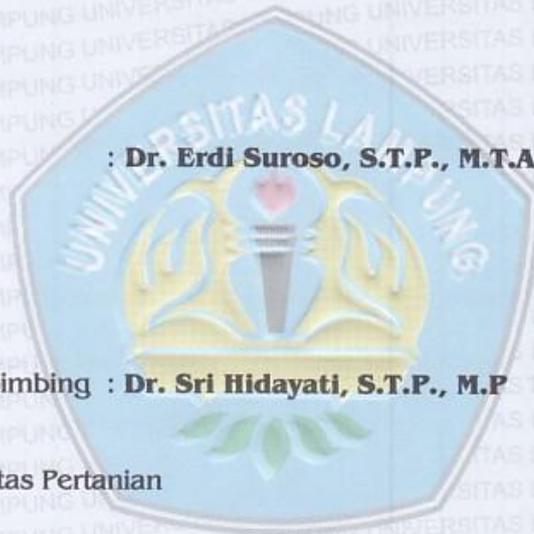
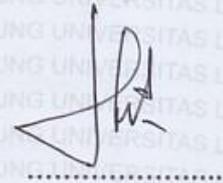
Sekretaris

: Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 15 November 2021

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Deo Anggoro Caesar

NPM : 1654051290

dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggung jawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggung jawabkannya.

Bandar Lampung, 15 November 2021

Yang membuat pernyataan



Deo Anggoro Caesar
NPM. 1654051012

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada 25 juli 1998, sebagai anak kedua dari 2 bersaudara pasangan Bapak Mirzon dan Ibu Eka Septinia Lestari.

Penulis menempuh pendidikan formal di Sekolah Dasar di SD Al- kautsar lama pada tahun 2004-2010, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 19 Bandar Lampung pada tahun 2010-2013, serta Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Bandar Lampung pada tahun 2013-2016. Pada tahun 2016, penulis diterima sebagai Mahasiswa S1 di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung, diterima melalui jalur SMMPTN.

Pada bulan Januari sampai dengan Februari 2020, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Ngarip, Kecamatan Ulu Belu, Kabupaten Tanggamus. Pada bulan Juli-Agustus 2020, penulis melaksanakan praktik umum di PT Bumi Menara Internusa, Lampung, dengan judul “Mempelajari proses produksi pasteurized crab (*portunus pelagicus*) di PT Bumi Menara Internusa Lampung Selatan”.

SANWACANA

Alhamdulillah rabbil 'alamiin. Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT karena atas Rahmat, Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Dalam penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan dan dorongan langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian dan selaku pembimbing kedua yang telah memberikan izin kepada penulis melaksanakan penelitian dan atas bimbingan, motivasi, saran dan nasihat selama proses penyelesaian skripsi.
3. Bapak Ir. Ribut Sugiharto, M.Sc., selaku pembimbing utama sekaligus pembimbing akademik atas dukungan, motivasi, saran dan nasihat yang diberikan selama perkuliahan dan penyusunan skripsi.
4. Ibu Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P., selaku penguji atas kesediannya menjadi penguji, saran, bimbingan dan evaluasi yang diberikan dalam terhadap karya skripsi penulis.
5. Keluargaku tercinta Bapak, Ibu dan adikku atas doa, semangat, motivasi, dan bantuan materi yang tidak mungkin terbalaskan.
6. Teman-teman THP angkatan 2016 terutama Vico, Megan, Bayu, Bagas, Anjas, Ardi, Kherlandi, Arif, Made, Rifal, Uriah, Hendriawan, Rakha, Bagus, Novi dan Arfa atas doa, semangat, dan bantuan.
7. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dan memberi manfaat bagi penulis dan pembaca.

Bandar Lampung, December 2021
Penulis,

Deo Anggoro Caesar

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang dan Masalah	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Kerangka Pemikiran	3
1.4. Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Ampas Kopi	7
2.2. Karbon Aktif	7
2.2.1. Sifat adsorpsi karbon aktif	8
2.2.2. Proses Pembuatan Arang Aktif	9
2.2.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Adsorpsi.....	11
2.3. Logam Pb	12
2.4. Zat Warna	13
III. BAHAN DAN METODE	15
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2. Bahan dan Alat	15
3.3. Metode Penelitian	15
3.4. Pelaksanaan Penelitian	16
3.4.1. Karbonisasi Ampas Kopi	16
3.4.2. Proses Aktivasi Ampas Kopi.....	17

3.4.3. Aplikasi Karbon Aktif Untuk Penyerapan Pb	18
3.4.4. Aplikasi Karbon Aktif Untuk Penyerapan <i>Naphtol</i> <i>Yellow</i>	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1. Daya Serap Pb oleh Karbon Aktif dari Ampas Kopi.....	27
4.2. Analisa Serapan Warna <i>Naphtol Yellow</i> oleh Karbon Aktif	30
V. KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1. Kesimpulan	34
5.2. Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	40

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komponen ampas kopi.....	7
2. Syarat mutu karbon aktif menurut SNI No.06-3730-1995.....	8
3. Hasil uji lanjut BNT 5% Kadar logam berat Pb dalam larutan dan daya serap logam Pb oleh arang aktif dari ampas kopi.....	28
4. Hasil uji lanjut BNT 5% kadar warna <i>naphtol yellow</i> yang diserap oleh karbon aktif.....	32
5. Hasil Pengamatan Logam Pb	41
6. Uji kehomogenan (kesamaan) ragam (<i>bartlett's test</i>) Pb	41
7. Analisis ragam Pb.....	42
8. Uji BNT Pb.....	42
9. Hasil Pengamatan warna <i>naphtol yellow</i>	42
10. Uji kehomogenan (kesamaan) ragam (<i>bartlett's test</i>) <i>naphtol yellow</i>	43
11. Analisis ragam <i>Naphtol Yellow</i>	43
12. Uji BNT <i>naphtol yellow</i>	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram alir kerangka pemikiran.....	6
2. Diagram alir karbonisasi ampas kopi	17
3. Diagram alir proses aktivasi karbon.....	18
4. Diagram alir pembuatan larutan induk Pb	19
5. Diagram alir pembuatan larutan Pb 5 ppm.....	20
6. Diagram alir pembuatan larutan standar Pb.....	21
7. Diagram alir analisis kadar logam Pb yang diserap oleh karbon aktif.....	22
8. Diagram alir pembuatan larutan induk zat warna <i>naphthol yellow</i>	23
9. Diagram alir pembuatan larutan standar zat warna <i>naphthol yellow</i>	24
10. Diagram Analisis serapan warna <i>naphthol yellow</i> oleh karbon aktif	25
11. Kurva standar Pb	26
12. Kurva standar <i>naphthol yellow</i>	30
13. Perendaman arang aktif proses aktivasi	44
14. Penyaringan Pb dan <i>naphthol yellow</i>	44
15. Larutan zat warna <i>naphthol yellow</i> sebelum disaring	44
16. Analisis zat warna <i>naphthol yellow</i> spektrofotometri Uv Vis	44
17. Larutan Pb sebelum di saring	45

18. Proses pengeringan ampas kopi	45
19. Ampas kopi yang telah kering	45
20. Karbonisasi ampas kopi	45

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu negara penghasil kopi terbesar di dunia, dengan produksi sebesar 685,79 ribu ton pada tahun 2018 (BPS, 2018). Berdasarkan hasil survei sosial ekonomi nasional oleh BPS diketahui bahwa tahun 2016 konsumsi kopi per kapita adalah 0,871 kg/kapita/tahun (PDSIP, 2017). Dari industri pemanfaatan kopi akan dihasilkan limbah yang berupa ampas kopi. Limantara *et al.* (2019), mengatakan bahwa peningkatan konsumsi yang dihasilkan pada tiap pemakaian di kafe, rumah tangga, dan perusahaan kopi instan dapat meningkatkan limbah dari kopi yaitu ampas kopi. Ampas kopi yang dihasilkan dengan jumlah yang cukup besar tersebut jika tidak dimanfaatkan akan terbuang, sehingga dapat menimbulkan pencemaran. Limbah ampas kopi yang dihasilkan dari kopi seduh sebesar 91% (Binova *et al.*, 2017).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi pencemaran adalah dengan memanfaatkan ampas kopi menjadi arang aktif. Ampas kopi memiliki kandungan total karbon 47,8-58,9%, total nitrogen 1,9-2,3%, protein 6,7-13,6%, abu 0,43-1,6%, selulosa 8,6% (Caetano, 2012). Kandungan karbon yang cukup besar tersebut dapat dimanfaatkan menjadi arang aktif. Arang aktif adalah suatu padatan berpori yang dihasilkan dari bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan suhu tinggi. Menurut Sembiring (2003), arang aktif dapat digunakan sebagai adsorben karena arang aktif bersifat sangat aktif terhadap partikel-partikel yang kontak dengan arang aktif tersebut. Menurut Komaldewi (2008), asam organik dan jenis larutan kimia hingga basa organik akan bereaksi dan melarutkan zat pengotor didalam pori-pori arang yang berupa tar dan atom-atom karbon bebas. Zat tersebut tidak diinginkan karena kemungkinan terjadinya oksidasi

kembali pada arang aktif sehingga permukaan arang terbuka dan terlindungi dari proses yang tidak diinginkan tersebut. Semakin luas permukaan arang aktif maka daya adsorpsinya semakin tinggi. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan daya adsorpsi arang ampas kopi adalah dengan cara mengaktifkan ampas kopi tersebut. Aktivasi adalah proses untuk memperbesar pori-pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon dengan cara penambahan zat aktivator yang mampu mereduksi hidrogen pada ikatan hidrokarbon sehingga arang mengalami perubahan sifat. Proses aktivasi dapat memperluas permukaan partikel sehingga dapat meningkatkan kemampuan daya serap karbon (Yosnaini, 1998).

Penelitian yang dilakukan Lubis dan Nasution (2002), menunjukkan bahwa penggunaan arang aktif dari ampas kopi sebagai adsorben mampu mengadsorpsi logam berat ion besi pada air minum sampai dengan 99,34% dan mampu mengadsorpsi logam berat merkuri sampai 99%. Baryatik *et al.* (2019) menjelaskan bahwa, arang aktif ampas kopi yang telah diaktivasi dengan aktivasi asam HCl secara signifikan mampu mengikat kadar logam berat Kadmium dalam air sumur. Arang aktif dari ampas kopi yang telah diaktivasi mampu mengikat logam berat sehingga dalam usaha penjernihan air dapat dilakukan. Akan tetapi, penelitian tersebut masih belum ada yang membandingkan hasil aktivasi ampas kopi dari beberapa metode aktivasi asam seperti H_2SO_4 dan H_3PO_4 serta garam seperti NaCl dan $ZnCl_2$ pada aplikasi proses adsorpsi logam berat jenis timbal (Pb) dan zat warna yang terdapat pada limbah cair. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas daya serap arang aktif dari limbah ampas kopi yang diaktivasi dengan NaCl, $ZnCl_2$, H_2SO_4 , H_3PO_4 , dan HCl untuk menghilangkan logam berat dan zat warna pada limbah cair.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mendapatkan jenis aktivator terbaik yang digunakan untuk aktivasi ampas kopi yang mempunyai daya adsorpsi logam berat jenis timbal (Pb) dan zat pewarna tertinggi.

1.3. Kerangka Pemikiran

Berdasarkan hasil penelitian Sarasati *et al.*, (2018), daya adsorpsi arang aktif berkorelasi dengan luas permukaan arang aktif. Semakin besar luas permukaan maka semakin besar daya serap arang aktif. Salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat adsorpsi arang aktif adalah proses aktivasi. Berbagai aktivator kimia telah digunakan dalam pembuatan arang aktif diantaranya adalah NaCl (Setiawati dan Suroto, 2010); HCl dan H₃PO₄ (Imawati dan Adhitiyawarman, 2015); H₂SO₄, H₂PO₄ (Febria, 2020); ZnCl₂ serta NaCl (Rechal, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Imawati dan Adhitiyawarman (2015) adalah mengaktivasi ampas kopi dengan menggunakan aktivator HCl dan H₃PO₄. Berdasarkan hasil penelitian tersebut diketahui bahwa H₃PO₄ menghasilkan kualitas arang aktif ampas kopi yang baik. Arang aktif ampas kopi yang diaktivasi dengan H₃PO₄ memiliki karakteristik yaitu kadar air 2,8058%; kadar abu 3,6848%; daya serap iodium 344,2158 mg/g; dan daya serap metilen blue 18,3641 mg/g. Kolenagan (2011), menunjukkan bahwa penggunaan aktivator H₃PO₄ memiliki kemampuan daya serap yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan aktivator CaCl₂ karena H₃PO₄ dapat membuka pori pada arang sehingga arang aktif yang dihasilkannya memiliki daya serap yang lebih baik. Sejalan dengan hasil penelitian Erawati dan Fernando (2018), bahwa penggunaan aktivator H₃PO₄ 0,1 M dapat menghasilkan karakteristik karbon aktif dari serbuk gergaji kayu sengon terbaik.

Pemanfaatan larutan kimia seperti NaCl sebagai aktivator dalam pembuatan arang aktif juga telah banyak dilakukan. Setiawati dan Suroto (2010), menunjukkan bahwa penggunaan aktivator NaCl konsentrasi 20% menghasilkan kualitas arang aktif tempurung kelapa yang terbaik dibandingkan dengan penggunaan aktivator NaOH dan H₂SO₄. Hasil penelitian Hendrawan *et al.* (2017) juga menunjukkan bahwa penggunaan aktivator NaCl 5% menghasilkan karakteristik arang aktif dari ampas tebu yang terbaik. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hartini *et al.* (2014) penambahan aktivator NaCl 10% dapat menghasilkan pori- pori arang

aktif yang terbentuk lebih banyak dan membentuk rongga-rongga pori-pori dengan kedalaman yang lebih besar.

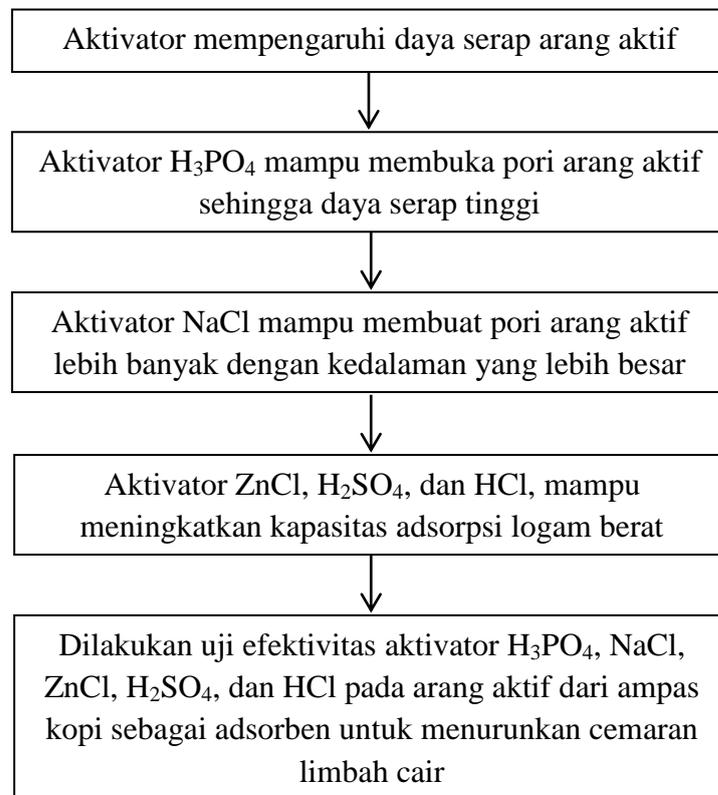
Pemanfaatan larutan kimia lain seperti $ZnCl_2$ dan H_2SO_4 juga dapat digunakan sebagai aktivator dalam pembuatan arang aktif. Danarto dan Samun (2008) menunjukkan bahwa penggunaan larutan $ZnCl_2$ untuk mengaktivasi arang dari sekam padi akan meningkatkan kemampuan penyerapan larutan logam berat Cr (VI) mencapai 95,6%. Asrijal *et al.* (2013) menunjukkan bahwa penggunaan H_2SO_4 5% sebagai aktivator pada arang aktif ampas tebu mampu mengadsorpsi logam berat timbal (Pb) sebesar 97,4%. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan diuji cobakan penggunaan H_3PO_4 , H_2SO_4 , NaCl, dan $ZnCl_2$, sebagai aktivator arang aktif ampas kopi.

Pemanfaatan arang aktif dari ampas kopi telah diaplikasi pada beberapa penelitian untuk melihat efektivitasnya dalam menurunkan pencemaran. Penelitian yang dilakukan oleh Baryatik *et al.* (2019) dalam penurunan kadmium pada air sumur dengan ampas kopi yang diaktivasi HCl 0,1 M dan konsentrasi adsorben yang digunakan adalah 0%, 0,5%, 0,8%, dan 1% dari volume sampel yang digunakan. Penurunan kadar kadmium dalam air sumur tertinggi diperoleh pada penggunaan 0,8% adsorben arang aktif ampas kopi dari volume sampel yang digunakan. Aman *et al.* (2018) menunjukkan bahwa penggunaan arang aktif ampas kopi yang diaktivasi dengan HCl dapat meningkatkan penyerapan limbah cair dari produksi pupuk urea. Penambahan 0,4% gram adsorben arang aktif ampas kopi dari volume sampel menunjukkan kapasitas adsorpsi amonia paling tinggi dengan waktu kontak 120 menit.

Penelitian yang dilakukan oleh Samosir *et al.* (2019) menunjukkan bahwa arang aktif dari ampas kopi yang diaktivasi dengan HCl 0,5 M dapat menurunkan pencemaran logam Cu terlarut. Penggunaan konsentrasi adsorben dari arang aktif ampas kopi sebanyak 4% dari volume sampel yang digunakan pada lama perendaman 120 menit menghasilkan adsorben yang paling tinggi dalam menyerap logam Cu yaitu sebesar 99,96%. Pemanfaatan arang aktif dari ampas

kopi juga dapat digunakan untuk menyerap zat warna limbah cair seperti pada industri kain. Fernianti (2013) menunjukkan bahwa penambahan 10% arang aktif ampas kopi dari volume sampel dapat menyerap zat warna sebesar 0,2049 mg/g adsorben.

Bahan aktivator yang lain juga dapat digunakan sebagai aktivator arang aktif. Febria (2020) Menjelaskan bahwa penggunaan H_2SO_4 dan H_3PO_4 sebagai aktivator arang aktif dari ampas kopi mampu menghasilkan arang aktif sesuai dengan syarat mutu karbon aktif yang ditetapkan dalam SNI 06-3730-1995. Rechal (2020) menjelaskan bahwa penggunaan $NaCl$ dan $ZnCl_2$ sebagai aktivator arang aktif dari ampas kopi mampu menghasilkan arang aktif sesuai dengan syarat mutu karbon aktif yang ditetapkan dalam SNI 06-3730-1995. Penggunaan arang aktif dari ampas kopi yang diaktivasi dengan $NaCl$, $ZnCl_2$, H_2SO_4 , dan H_3PO_4 sebagai adsorben belum diketahui efektivitasnya dalam menurunkan pencemaran logam berat dan zat warna pada limbah cair. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan menggunakan arang aktif yang diaktivasi dengan H_3PO_4 , H_2SO_4 , $ZnCl_2$ dan $NaCl$ yang akan digunakan sebagai adsorben dalam menurunkan cemaran limbah cair.



Gambar 1. Diagram alir kerangka pemikiran
Sumber: Rechal 2020 dan Febria 2020(yang telah dimodifikasi)

1.4. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah:terdapat jenis aktivator arang aktif ampas kopi terbaik dari perbandingan aktivasi asam dan garam pada arang aktif ampas kopi untuk aplikasi daya serap logam berat (Pb) dan zat pewarna pada limbah cair.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ampas Kopi

Ampas kopi merupakan limbah berasal dari proses penyeduhan kopi bubuk. Limbah dari ampas kopi sering dianggap sebagai produk hasil samping yang kurang dimanfaatkan secara maksimal (Adline *et al.*, 2013). Ampas kopi mengandung karbohidrat, kafein, mineral. Komponen terbanyak pada ampas kopi yang mencapai 47,8-58,9% karbon (Caetano, 2012). Ekstrak ampas kopi memiliki kandungan senyawa fenolik yaitu asam klorogenat dan kafein (Andline *et al.*, 2013). Komponen yang terkandung dalam ampas kopi disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Komponen ampas kopi

Komponen	Kandungan(g/100g)
Selulosa	12,40
Himeselulosa	39,10
a. Arabinosa	3,60
b. Mannosa	19,07
c. Galaktosa	16,43
Ligin	23,90
Lemak	2,29
Abu	1,30
Protein	17,44
Nitrogen	2,79

Sumber: Ballesteros *et al.* (2014)

2.2. Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan padatan yang berpori dimana mengandung karbon sekitar 85% - 95%. Bahan-bahan yang mengandung karbon dapat menghasilkan karbon aktif dengan cara dipanaskan pada suhu tinggi sehingga pori-pori pada karbon aktif tersebut dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Karbon aktif dapat

ditingkatkan daya adsorpsinya melalui proses aktivasi, dimana pada proses ini terjadi penghilangan hidrogen, gas-gas, dan air dari permukaan karbon sehingga terjadi perubahan fisik pada permukaannya. Karbon aktif dengan luas permukaan yang besar dapat digunakan dalam berbagai aplikasi yaitu sebagai penghilang warna, penghilang rasa, penghilang bau, pemurni dalam industri, proses pemurnian air baik dalam proses produksi air minum maupun dalam penanganan limbah (Idrus *et al.*, 2013). Syarat mutu karbon aktif menurut SNI No. 06-3730-1995 disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Syarat mutu karbon aktif menurut SNI No.06-3730-1995

No	Uraian	Satuan	Persyaratan	
			Butiran	Serbuk
1	Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C	%	Max15	Max25
2	Kadar air	%	Max4,5	Max15
3	Kadar abu	%	Max2,5	Max10
4	Daya serap larutan I ₂	mg/gram	Min 750	Min750
5	Karbon aktif murni	%	Min80	Min65

Sumber : SNI, 1995.

2.2.1. Sifat Adsorpsi Karbon Aktif

Sifat adsorpsi yang khas dari karbon aktif secara signifikan dipengaruhi oleh gugus-gugus fungsi, dimana oksigen yang paling dominan membentuk gugus fungsional seperti karbonil dan hidroksil. Karbon aktif biasanya terdiri dari unsur karbon bebas dan masing-masing berikatan kovalen, dengan demikian permukaan karbon aktif bersifat non polar. Selain komposisi dan polaritas, struktur pori juga adalah faktor yang penting karena struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, sebab semakin kecil pori-pori karbon aktif maka luas permukaan semakin besar. Daya adsorpsi dapat ditentukan dengan luas permukaan partikel dan kemampuan adsorpsinya akan semakin baik jika dilakukan aktivasi dengan menggunakan aktivator bahan kimia ataupun dapat melalui pemanasan dengan suhu tinggi (Wirawan, 2012). Bahan kimia yang dipergunakan dalam proses aktivasi yaitu bahan yang akan menempel pada permukaan karbon aktif. Bahan kimia tersebut antara lain garam seperti zink klorida (ZnCl₂), natrium

karbonat(Na_2CO_3), natrium hidroksida (NaOH), kalsium klorida (CaCl_2), natrium klorida(NaCl), serta bahan kimia yang bersifat asam seperti asam klorida (HCl), asam posphat (H_3PO_4), asam hipoklorit (HClO), kalium hidroksida (KOH), dan natrium hidroksida (NaOH) dan lain sebagainya. Sebelum ditambahkan bahan kimia sebagai aktivator, karbon tersebut masih belum dapat disebut sebagai karbon aktif. Kualitas karbon aktif yang dihasilkan tergantung dari bahan baku, bahan pengaktifan dan cara pembuatannya. Untuk menaikkan aktivasi daya adsorpsi arang banyak digunakan bahan kimia sebagai activator (Sani, 2011).

2.2.2. Proses Pembuatan Arang

Secara umum pembuatan karbon aktif berlangsung tiga tahap yaitu (Rozana dan Irianty, 2010):

1. Proses dehidrasi

Proses ini dilakukan dengan cara memanaskan bahan baku tersebut pada suhu $105 - 170\text{ }^\circ\text{C}$ selama $18 - 24$ jam dengan tujuan untuk menguapkan seluruh kandungan air pada bahan baku.

2. Proses karbonisasi

Proses ini adalah untuk memisahkan bahan non karbon yang terperangkap dalam bahan baku, sehingga sebagian besar yang tersisa dari bahan adalah karbon. Proses karbonisasi ini dilakukan pada suhu $450 - 750\text{ }^\circ\text{C}$. Selain bahan non karbon, sebagian karbon akan ikut menguap karena bahan nonkarbon terikat pada rantai karbon, yaitu berupa CO (karbon monoksida), CO_2 (karbon dioksida) maupun hidrokarbon ringan yang berupa gas.

3. Proses aktivasi

Pada proses karbonisasi, daya adsorpsi karbon tergolong masih rendah Karena masih terdapat residu yang menutupi permukaan pori dan pembentukan pori-pori belum sempurna. Maka dari itu, perlu dilakukan

proses aktivasi untuk meningkatkan luas permukaan dan daya adsorpsi karbon aktif. Pada proses ini terjadi pelepasan hidrokarbon dan senyawa organik yang melekat pada karbon tersebut. Ada dua cara dalam melakukan proses aktivasi yaitu:

1) Aktivasi fisika

Proses aktivasi ini dilakukan dengan mengalirkan aktivator dalam reaktor pada suhu tinggi. Aktivasi dengan uap air biasanya dilakukan pada suhu 750 - 900 °C dan aktivasi dengan CO₂ (karbon dioksida) dilakukan pada suhu 850-1100°C. Namun aktivasi dengan CO₂ (karbon dioksida) jarang dilakukan karena reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis yang merupakan proses perpindahan kalor dari sistem ke lingkungan. Hal tersebut menyebabkan proses aktivasi sulit untuk dikontrol karena suhu yang digunakan sangat tinggi.

2) Aktivasi kimia

Proses aktivasi ini dilakukan dengan cara merendam bahan baku pada bahan kimia seperti asam klorida (HCl), asam nitrat (HNO₃), asam fosfat (H₃PO₄), sianida (CN), kalsium hidroksida (Ca(OH)₂), kalsium klorida (CaCl₂), kalsium fosfat (Ca(PO₄)₂), natrium hidroksida (NaOH), kalium hidroksida (KOH), natrium sulfat (Na₂SO₄), zink klorida (ZnCl₂) dan natrium karbonat (Na₂CO₃) sebelum proses karbonisasi. Lama perendaman dilakukan dengan waktu 12-24 jam yang kemudian ditiriskan.

2.2.3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

Menurut Sembiring (2003) terdapat 5 faktor yang dapat mempengaruhi daya serap dari karbon aktif sebagai berikut:

1. Sifat Adsorben

Arang aktif yang merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori, yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masing-masing berikatan secara kovalen. Dengan demikian, permukaan arang aktif bersifat non polar. Selain komposisi dan polaritas, struktur pori juga merupakan faktor yang penting diperhatikan. Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, semakin kecil pori-pori arang aktif, mengakibatkan luas permukaan semakin besar. Dengan demikian kecepatan adsorpsi bertambah. Untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi, dianjurkan agar menggunakan arang aktif yang telah dihaluskan dan jumlah atau dosis arang aktif yang digunakan juga diperhatikan.

2. Sifat Serapan

Banyak senyawa yang dapat diadsorpsi oleh arang aktif, tetapi kemampuannya untuk mengadsorpsi berbeda untuk masing-masing senyawa. Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari struktur yang sama, seperti dalam deret homolog. Adsorpsi juga dipengaruhi oleh gugus fungsi, posisi gugus fungsi, ikatan rangkap, struktur rantai dari senyawa serapan.

3. Temperatur

Dalam pemakaian arang aktif dianjurkan untuk menyelidiki temperatur pada saat berlangsungnya proses. Karena tidak ada peraturan umum yang bias 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 volatil, adsorpsi

dilakukan pada temperatur kamar atau bila memungkinkan pada temperature yang lebih kecil.

4. pH (Derajat Keasaman)

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

5. 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 singgung. Pengadukan dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada partikel arang aktif untuk bersinggungan dengan senyawa serapan. Untuk larutan yang mempunyai viskositas tinggi, dibutuhkan waktu singgung yang lebih lama.

2.3. Logam Berat

Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria - kriteria yang sama dengan logam-logam yang lain. Perbedaan terletak pada dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini masuk atau diberikan ke dalam tubuh organism hidup (Palar, 2008). Rozak (2007) menyatakan bahwa penyebab utama logam berat menjadi bahan pencemar berbahaya yaitu sifat logam berat yang tidak dapatdihancurkan (*non degradable*) oleh makhluk hidup serta logam berat dapat terakumulasi dalam sedimen sungai dan laut karena dapat berikatan dengan senyawa organik dan anorganik membentuk senyawa kompleks melalui proses adsorpsi dan kombinasi.

Timbal (Pb) adalah sejenis logam lunak berwarna coklat dengan nomor atom 82, berat atom 207,19, titik cair 327,5° C, titik didih 1725° C, berat jenis 11,4

gr/ml. Logam ini mudah dimurnikan sehingga banyak digunakan oleh manusia pada berbagai kegiatan misalnya pertambangan, industri dan rumah tangga (Fitriati, 2004). Logam Pb bersifat toksik pada manusia dan dapat menyebabkan keracunan akut dan kronis. Keracunan akut biasanya ditandai dengan rasa terbakar pada mulut, adanya rangsangan pada sistem gastro intestinal yang disertai dengan diare, sedangkan gejala kronis umumnya ditandai dengan mual, anemia, sakit disekitar mulut, dan dapat menyebabkan kelumpuhan (Darmono, 2001).

2.4. Zat Warna

Suatu zat warna ialah senyawa organik berwarna yang digunakan untuk memberi warna ke suatu objek atau suatu kain. Terdapat banyak sekali senyawa organik berwarna, namun hanya beberapa yang sesuai untuk zat warna. Suatu zat warna langsung (direct dye) ialah zat warna yang diaplikasikan langsung ke kain dari dalam suatu larutan (air) panas. Suatu zat warna tong (vat dye) adalah suatu zat warna yang diaplikasikan pada tekstil (dalam suatu tong) dalam bentuk terlarut dan kemudian dibiarkan bereaksi menjadi suatu bentuk yang tak larut. Golongan zat warna Naphtol mempunyai banyak warna tergantung dari perpaduan Naphtol dan garam sebagai pembangkitnya. Warna Naphtol banyak dipakai dalam pembatikan dan mempunyai kualitas yang cukup baik dan tahan cuci (Wahyuningrum, 2016). Naphtol-AS merupakan zat warna azo yang baru, jumlah warnanya banyak dan hampir semua warna ada. Senyawa-senyawa Naphtol – AS mempunyai daya serap terhadap selulosa sehingga proses pengeringan setelah pencelupan dengan senyawa tersebut tidak perlu dikerjakan lagi. Demikian pula tahan gosok dan hasil celupan lebih baik karena Naphtol - AS sedikit mengadakan percampuran ke dalam garam diazonium sewaktu proses pembangkitan (Sigit, 2013)

III. BAHAN DAN METODE

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2020 – Februari 2021 di Laboratorium Pengelolaan Limbah Agroindustri dan Laboratorium Analisis Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah arang aktif dari ampas kopi yang didapat dari kedai kopi, logam berat timbal, zat warna naphthol wantex, NaCl, ZnCl₂, H₂SO₄, H₃PO₄, HCl, aquades, dan kertas *Whatman* no 41 .

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah gelas ukur, erlenmeyer, pipet volumetrik, gelas beaker, pipet tetes, corong, magnetic stirrer, pengaduk, stopwatch, tanur, pH meter, neraca analitik, oven, sieve ayakan, gelas ukur, Erlenmeyer, cawan porselen desikator, spektrofotometer UV-Vis *Termogenesis*, dan *spectroscopy (MPAES) Mapes Agilent 4100* .

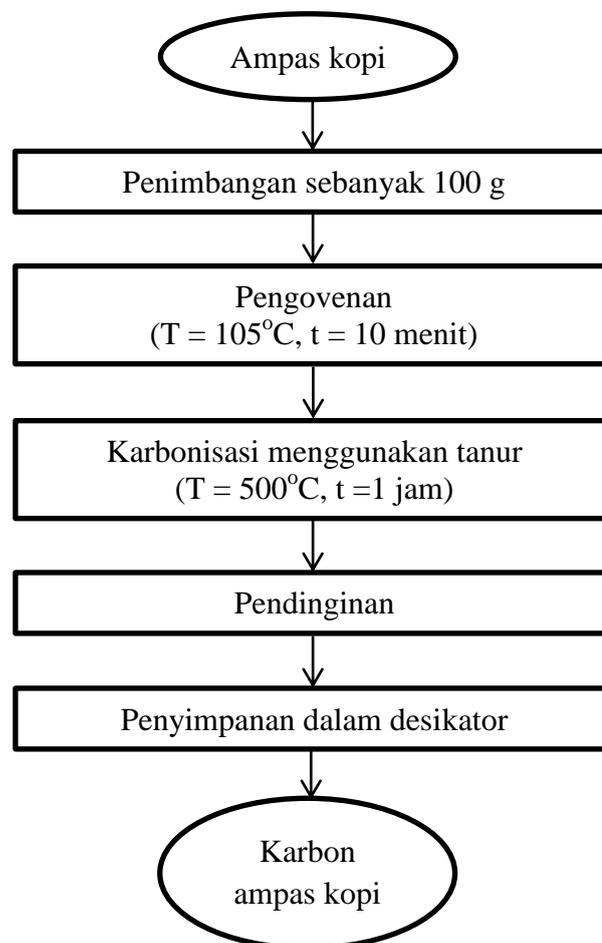
3.3. Metode Penelitian

Rancangan percobaan ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAKL) yang disusun secara non faktorial dan empat kali pengulangan. Perlakuan yang diterapkan pada penelitian ini adalah jenis aktivator arang aktif ampas kopi berupa Kontrol(D0), NaCl(D1), ZnCl(D2), HCl(D3), H₂SO₄(D4), dan H₃PO₄(D5)

Data yang diperoleh diuji kesamaan ragamnya dengan uji *Bartlett*. Kenambahan data diuji dengan uji *Tuckey* dan uji signifikasi dengan uji ANOVA. Seluruh data diolah lebih lanjut dengan uji BNT dengan taraf 5%. Pengamatan yang dilakukan meliputi total Pb serta warna limbah yang dihasilkan.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Karbonisasi Ampas Kopi

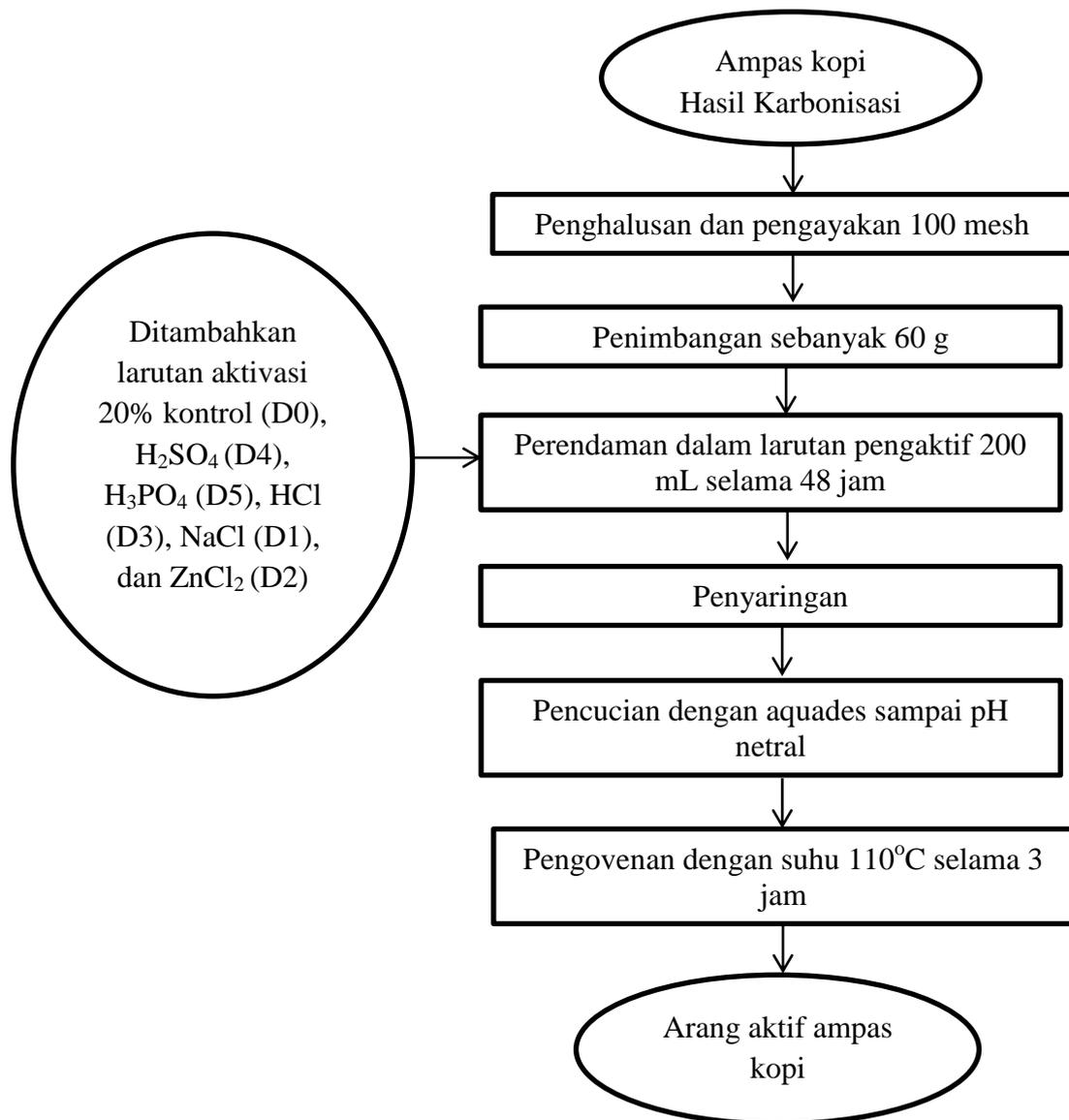


Gambar 2. Karbonisasi ampas kopi
Sumber : Rasdiyansyah *et al.* (2014)

Proses karbonisasi ampas kopi dilakukan mengikuti prosedur penelitian Rasdiyansyah *et al.* (2014), yaitu ampas bubuk kopi dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 10 menit. Selanjutnya dikarbonisasi dalam *muffle furnace* (tanur) pada suhu 500°C selama 1jam berdasarkan hasil penelitian

pendahuluan. Setelah proses karbonisasi selesai, karbon dibiarkan dingin, disimpan dalam desikator dan ditimbang. Diagram alir proses karbonisasi ampas kopi disajikan pada Gambar 2.

3.4.2. Proses Aktivasi Ampas Kopi



Gambar 3. Proses aktivasi karbon
Sumber : Imawati dan Adhitiyawarman (2015)

Proses aktivasi ampas kopi dilakukan mengikuti Imawatidan Adhitiyawarman (2015), yaitu ampas kopi yang telah di karbonisasi kemudian dihaluskan dan

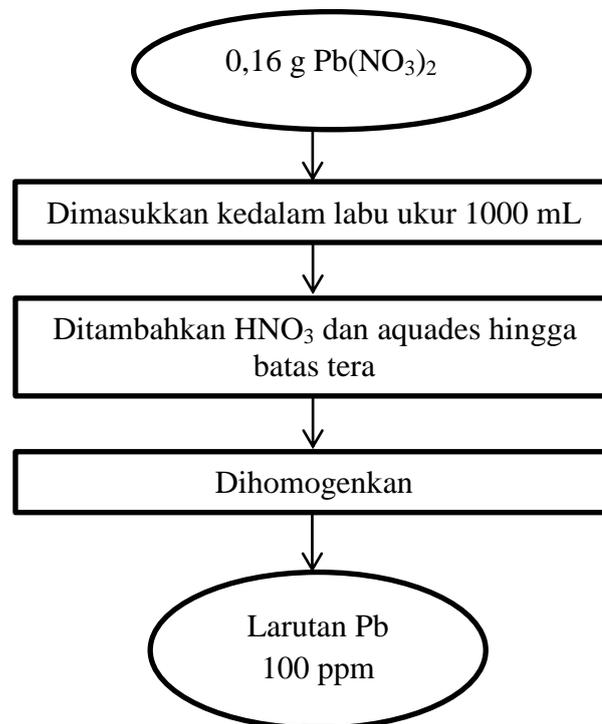
diayak dengan ayakan ukuran 100 mesh dan ditimbang. Setelah itu, karbon sebanyak 60g direndam dalam larutan pengaktif (NaCl , ZnCl₂,HCl, H₂SO₄, dan H₃PO₄) pada konsentrasi 20% sebanyak 200 mL selama 48 jam dan disaring. Kemudian dicuci menggunakan air demineral hingga netral dan dioven pada suhu 110°C selama 3 jam. Diagram alir proses aktivasi karbon dapat dilihat pada Gambar 3.

3.4.3. Aplikasi Karbon Aktif Untuk Penyerapan Pb

1. Pembuatan larutan induk Pb 100 mgPb/L

Menimbang $\pm 0,16$ g Pb(NO₃)₂ kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 1000 mL. Ditambahkan 10 mL HNO₃ 30% dan aquades hingga batas tera kemudian dihomogenkan. Menghitung kembali kadar sesungguhnya berdasarkan hasil penimbangan.

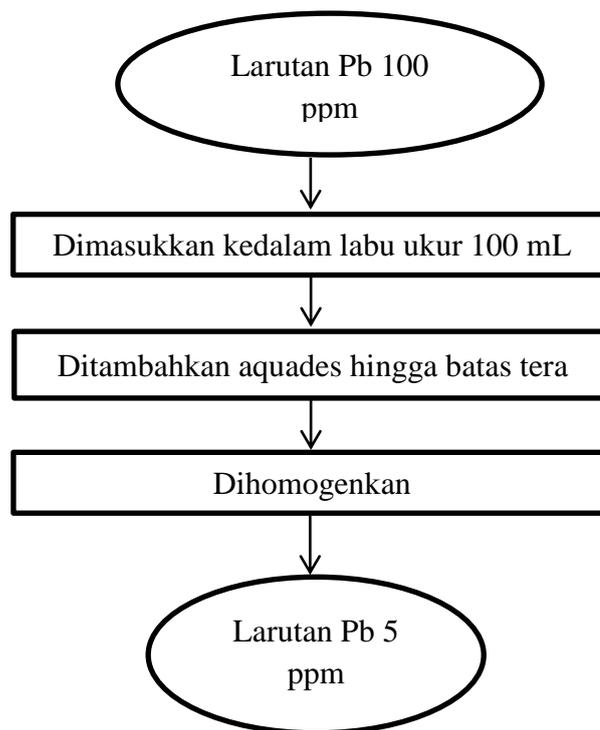
Diagram alir pembuatan larutan induk timbal dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pembuatan larutan induk timbal
Sumber : Herlandien (2013)

2. Pembuatan larutan baku logam Pb 5 mg/L

5 mL larutan induk logam timbal 100 mg/L kedalam labu ukur 100 mL kemudian ditambahkan aquades hingga batas tera dan larutan dihomogenkan. Menghitung kembali kadar sesungguhnya berdasarkan hasil penimbangan. Diagram alir pembuatan larutan baku logam timbal 5mg/L dapat dilihat pada Gambar 5.

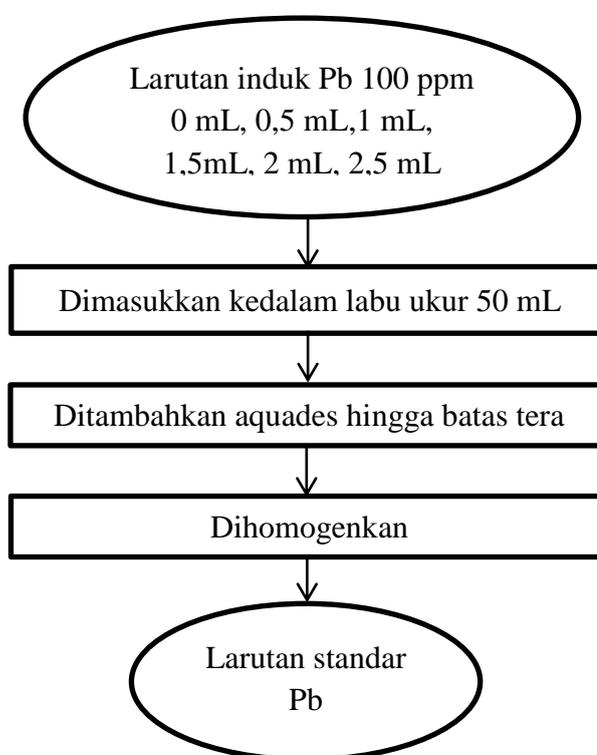


Gambar 5. Pembuatan larutan timbal 5 ppm
Sumber : Herlandien (2013)

Penggunaan larutan timbal 5 ppm sebagai larutan baku berfungsi sebagai bahan pencemar pada larutan serta untuk melihat efektifitas proses adsorpsi arang aktif ampas kopi terhadap logam berat timbal. Konsentrasi 5 ppm larutan timbal didasari oleh baku mutu limbah cair yang ditetapkan oleh kementerian lingkungan hidup no KEP-51/MENLH/10/1995.

3. Pembuatan larutan standar Pb

Siapkan labu ukur 50 mL sebanyak 6 buah. Kemudian masing- masing labu ukur tersebut dimasukan larutan induk timbal 100 ppm sebanyak 0 mL, 0,5 mL, 1 mL, 1,5mL, 2 mL, 2,5 mL berturut-turut pada labu ukur yang berbeda-beda. Setelah itu dilakukan pengenceran dengan menambahkan aquades hingga batas tera. Selanjutnya dihomogenkan dan ditutup rapat. Diagram alir pembuatan larutan standar Pb dapat dilihat pada Gambar 6.



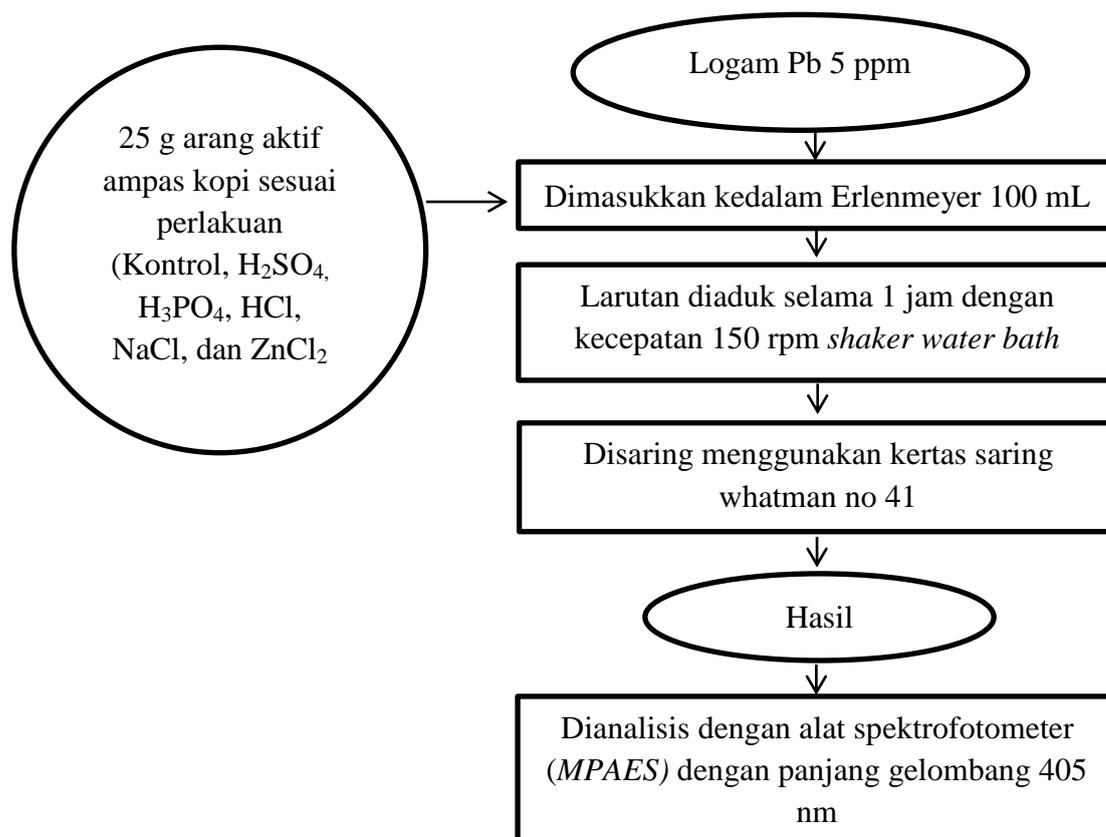
Gambar 6. Pembuatan larutan standar Pb
Sumber : Herlandien (2013)

Fungsi larutan standar pb adalah pada penelitian ini sebagai faktor pengendali data yang akan didapatkan. Menurut Rizki (2015) fungsi larutan standar dalam suatu percobaan adalah sebagai nilai 100% transmitans. Dari larutan standar dapat digunakan untuk menentukan panjang gelombang maksimum

untuk mempermudah mengatur range panjang gelombang yang akan digunakan.

4. Analisa kadar logam berat Pb yang diserap oleh karbon aktif

Memasukan masing-masing 100 ml larutan timbal 5 mg/L kedalam 6 buah erlenmeyer 100 ml yang berbeda-beda. Kemudian ditambahkan masing-masing arang dari ampas kopi yang telah di aktivasi dengan NaCl, ZnCl₂, H₂SO₄, H₃PO₄, HCl dan arang tanpa zat aktivator sebanyak 5 gram kedalam erlenmeyer yang berbeda- beda. Larutan diaduk selama 1 jam dengan kecepatan 150 rpm menggunakan *shaker water bath*. Setelah itu, larutan disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman no 41. Hasil saringan kemudian di analisis dengan alat spektrofotometer (*MPAES*) dengan panjang gelombang 217 nm. Hasil yang diperoleh lalu dicatat.

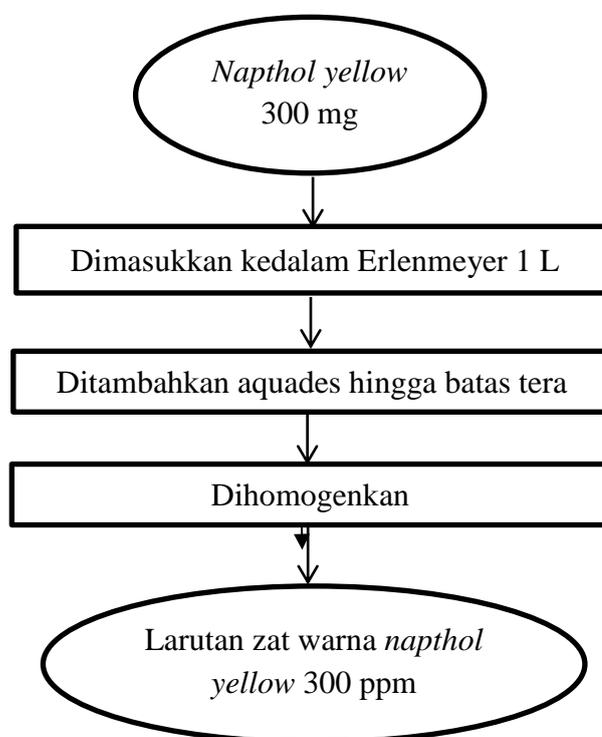


Gambar 7. Analisa kadar logam Pb yang diserap oleh karbon aktif
Sumber : Herlandien (2013)

3.4.4. Aplikasi Karbon Aktif untuk Penyerapan *Naphthol Yellow*

1. Pembuatan larutan baku *naphthol yellow*

Timbang 300 mg zat warna *naphthol yellow* kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL, dan aquades hingga batas tera kemudian dihomogenkan. Hitung kembali kadar sesungguhnya berdasarkan hasil penimbangan. Diagram alir pembuatan larutan induk *naphthol yellow* dapat dilihat pada Gambar 8.

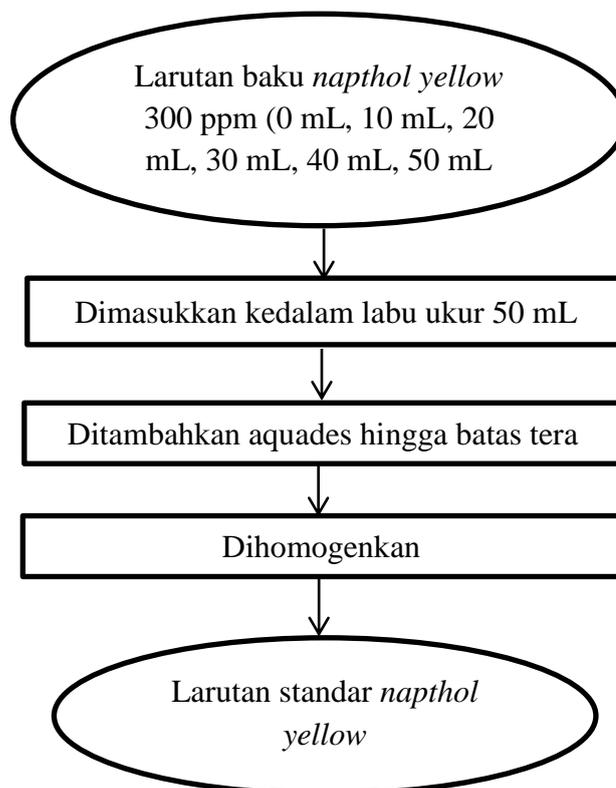


Gambar 8. Pembuatan larutan induk zat warna *naphthol yellow*
Sumber : Utomo *et al.* (2019)

2. Pembuatan larutan standar *naphthol yellow*

Labu ukur 50 mL sebanyak 6 buah. Kemudian masing- masing labu ukur tersebut dimasukkan larutan baku *naphthol yellow* 300 ppm sebanyak 0 mL, 10

mL, 20 mL, 30 mL, 40 mL, 50 mL berturut-turut pada labu ukur yang berbeda-beda. Setelah itu dilakukan pengenceran dengan menambahkan aquades hingga batas tera. Selanjutnya dihomogenkan dan ditutup rapat. Diagram alir pembuatan larutan *standar naphthol yellow* dapat dilihat pada Gambar 9

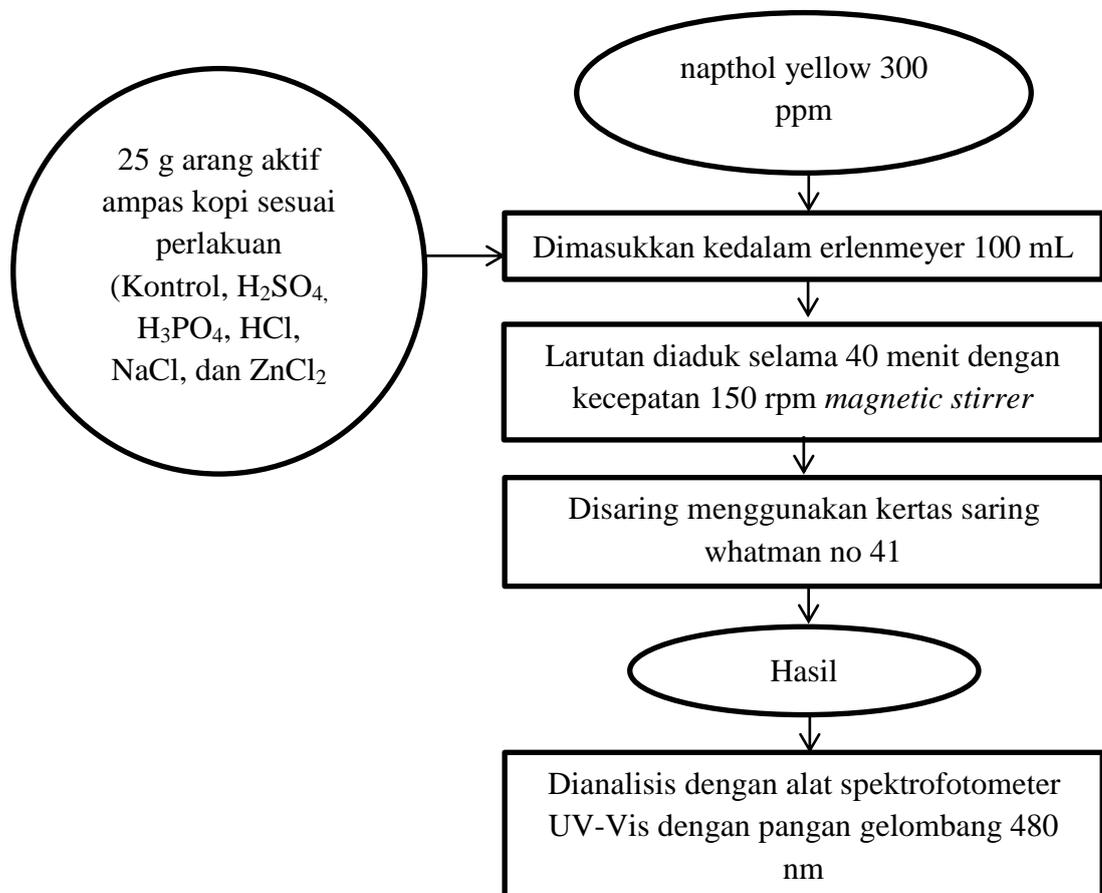


Gambar 9. Pembuatan larutan standar zat warna *naphthol yellow*
Sumber : Utomo *et al.* (2019)

Fungsi larutan standar *naphthol yellow* adalah sebagai kontrol dalam suatu perlakuan. Menurut Rizki 2015 menyatakan fungsi larutan standar yaitu sebagai dalam suatu percobaan sebagai nilai 100% transmitansi. Dari larutan standar dapat digunakan untuk menentukan panjang gelombang maksimum untuk mempermudah mengatur range panjang gelombang yang akan digunakan.

3. Analisa serapan warna *naphthol yellow* oleh karbon aktif

Memasukan masing-masing 100 ml larutan *naphthol yellow* 300 mg/L kedalam 6 buah erlenmeyer 100 ml yang berbeda-beda. Kemudian ditambahkan masing-masing dari ampas kopi yang telah di aktivasi dengan NaCl , ZnCl₂, H₂SO₄, H₃PO₄ dan arang tanpa zat aktivator sebanyak 5 gram kedalam erlenmeyer yang berbeda-beda. Larutan diaduk selama 40 menit dengan kecepatan 150 rpm menggunakan *Magnetic Stirrer*. Setelah itu, larutan disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman no 41. Hasil saringan kemudian di analisis dengan alat spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 480 nm. Hasil yang diperoleh lalu dicatat. Diagram alir analisa serapan warna oleh karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Analisis serapan warna *naphthol yellow* oleh karbon aktif
Sumber : Utomo *et al.* (2019)

Hasil yang didapatkan pada analisis zat warna *naphthol yellow* menggunakan spektrofotometer uv vis dengan panjang gelombang 480 nm adalah kadar zat warna dengan satuan angstrom(\AA). Kemudian data yang didapatkan dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan linier yang didapat pada kurva standar nilai $x = \text{absorbance}$ dan nilai $y = \text{nilai kadar } naphthol \text{ yellow (ppm)}$.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa jenis aktivator terbaik adalah HCl (D3) memiliki efektifitas daya adsorpsi pada logam berat timbal (Pb) sebesar 99,08% dan efektifitas daya adsorpsi zat pewarna naphtol yellow sebesar 96,56% .

5.2.Saran

Saran dari penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam pengaplikasian karbon aktif ampas kopi pada jenis cemaran lainnya seperti logam berat Cr, Cu, Fe dan zat warna lainnya seperti metilen.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinata, M.R. 2013. Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Sebagai Karbon Aktif.(Skripsi). Jurusan Teknik Kimia. Universitas Pembangunan Nasional Veteran.
- Afifah, S.,N., Iskak. dan Talcha Ainun,R,N. 2014. Pengaruh Variasi Konsentrasi Aktivator HCl Terhadap Daya Adsorpsi Karbon Aktif dari Kulit Pisang sebagai Adsorben Ion Timbal (II). *Jurnal Pengaruh Variasi Konsentrasi Aktivator HCl* 1(5): 1-7.
- Alfiany, H., Syaiful , B. dan Nurakhirawan. 2013. Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Pb dengan Beberapa Aktivator Asam. *Jurnal Natural Science* 2(3): 75-86.
- Andline, A. A. 2013. *Antimicrobial and Antioxidant Activites of Microwave-Assisted Extract From Coffee Ground Residue in Chiang Rai Province Thailand.*(Skripsi).Institut Pertanian Bogor.Bogor.
- Anton, P., Ahmad, Y. dan Rini, N. A. 2011. Adsorpsi Metilen Blue pada Karbon Aktif dari Ban Bekas dengan Variasi Konsentrasi NaCl pada Suhu Pengaktifan 600°C dan 650°C. *Jurnal Neutrino* 4(1): 16-23.
- Aman, F., Mariana., Mahidin. dan Farid, M. 2018. Penyerapan Limbah Cair Amonia menggunakan Arang Aktif Ampas Kopi. *Jurnal Litbang Industri* 8(1): 47-52.
- Asmadi dan Suharno. 2012. *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah.* Gosyen Publishing.Pontianak. ISBN 978-602-9018-38-7: 175-176.
- Asrijal, S., Chadijah. dan Aisyah. 2014. Variasi Konsentrasi Aktivator Asam Sulfat (H₂SO₄) Pada Karbon Aktif Ampas Tebu Terhadap Kapasitas Adsorpsi Logam Timbal.*Al-Kimia* 2(1): 39-41.
- Baryatik, P., A. D. Moelyaningrum., U. Asihta. dan Wita, N. 2019. Pemanfaatan Arang Aktif Ampas Kopi Sebagai Adsorben Kadmium pada Air Sumur. *Jurnal Teknologi Lingkungan LahanBasah* 2(1):11-19.

- Badan Pusat Statistik. 2018. *Statistik Kopi Indonesia 2018*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Ballasteros, L.F., Texeira, J.A. and Mussato, S.L. 2014. Chemical Functional and Structural Properties Of Spent Coffee Ground and Coffee Silverskin. *Journal Food Bioprocess Tecnol* 7 : 3493-3503.
- Blinova, L., Sirotiak, M., Bartosova, A. and Soldan, M. 2017. Review: Utilization Of Waste From Coffee Production. *Research Papper Faculty Of Materials Science And Technology In Trnava Slovak University Of Technology In Bratislava* 25 (40): 91-98.
- Caetano, N. 2012. Valorization of Coffee Grounds for Biodiesel Production. *Chemical Engineering Transactions*. 26: 267-272.
- Danarto, Y.C. dan Samun. T. 2008. Pengaruh Aktivitas Dari Sekam Padi Pada Proses Adsorpsi Logam Cr(VI). *Ekulibirum* 7 (1): 13-16.
- Darmono. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam. Universitas Indonesia Press. Jakarta. ISBN 979-456-2173: 168-176
- Erawati, E. dan Ardinsyah. F. 2018. Pengaruh Jenis Aktivator dan Ukuran Karbon Aktif terhadap Pembuatan Adsorbent dari Serbuk Gergaji Kayu Sengon (*Paraaerianthesfalcataria*). *Jurnal Integrasi Proses* 7(2): 58- 66.
- Fanuel, J., L. dan James E, G., M. 2015. Removal Of Heavy Metal Ions From Aqueous Solution Using Rice Husk Based Adsorben. *Jurnal KTH Royal Institute Of Technology* 4(1): 93-101.
- Fernianti, D. 2013. Analisis Kemampuan Adsorpsi Karbon Aktif dari Ampas Kopi Bubuk Yang Sudah Diseduh. *Jurnal Berkala Teknik* 3(2): 563- 572.
- Fitriati, M. 2004. Bioakumulasi Logam Raksa (Hg), Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) yang Di budidaya di Perairan Pesisir amal dan Cilincing Jakarta. (Tesis). Program Pasca sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hartini, L., E. Yulianti. dan Rif'atul, M. 2014. Karakteristik Karbon Aktif Teraktivasi NaCl dari Ampas Tahu. *Jurnal Alchemy* 3(2): 145-153.
- Hendrawan, Y., S. MalinSutan. dan Rizka Kreative, Y. R. 2017. Pengaruh Variasi Suhu Karbonisasi dan Konsentrasi Aktivator terhadap Karakteristik Karbon Aktif dari Ampas Tebu(Bagasse) menggunakan Activating Agent NaCl. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem* 5(3): 200- 207.
- Herlandien, Y.L. 2013. Pemanfaatan Arang Aktif Sebagai Absorban Logam Berat Dalam Air Lindi Di TPA Pakasuri Jember. (Skripsi). Universitas Jember.

- Idrus dan Rosita. 2013. Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa. *Prisma Fisika* 1(1): 50-55.
- Imawati, A. dan Adhitiyawarman. 2015. Kapasitas Adsorpsi Maksimum Ion Pb (II) oleh Arang Aktif Ampas Kopi Teraktivasi HCl dan H₃PO₄. *Jurnal Kimia Khatulistiwa* 4(2): 51-61.
- Iriyanti, S. dan Rozanna. 2010. Pembuatan Arang Aktif dari Arang Sisa Pembuatan Asap Cair Cangkang Kelapa Sawit dengan Metode Aktifasi Kimia-Fisika. *Seminar Nasional Fakultas Teknik Ur* ISBN 978-602-96729-0-9: 1-10.
- Kurniawan, R., Lutfi M. dan Agung. 2014. Karakteristik Luas Permukaan BeT (*Brainear, Emmelt dan Teller*) Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Aktivasi Asam Fosfat H₃PO₄. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem* 1(2): 15-20.
- Limantara, J. 2019. Penggunaan Ampas Kopi Sebagai Material Alternatif pada Produk Interior. *Jurnal INTRA* 7(2): 846-849.
- Lulu, I.W.B.R.P. 2017. Aktivasi Karbon dari Sekam Padi dengan Aktivator Asam Klorida (HCl) dan Pengaplikasiannya pada Limbah Pengolahan Baterai Mobil untuk Mengurangi Kadar Timbal Pb. (Skripsi). Universitas Sumatera Utara.
- Kolenagan, H.S.J. 2011. Kajian Stabilitas Termal dan Karakter Kovalen Zat Pengaktif pada Arang Aktif Limbah Gergajian Kayu Meranti (*Shoreaspp*). *Jurnal Ilmiah Sains* 11(2): 229-233.
- Komaladewi, R. 2008. Pengaruh Aktivasi Karbon Tempurung Kelapa dengan Seng Klorida dan Uap Air terhadap Bilangan Iodin dan Luas Permukaan. (Skripsi). Universitas Padjajaran. Bandung.
- Lubis, S. dan Nasution, R. 2002. Pemanfaatan Limbah Bubuk Kopi Sebagai Adsorben pada Penurunan Kadar Besi Fe Anorganik dalam Air Minum. *Jurnal Natural* 2(2): 12-16.
- Miller, J.C. dan Miller, J.N. 1991. *Statistika untuk Kimia Analitik*. ITB. Bandung.
- Netty, H. 2013. Pemanfaatan Eceng Gondok Sebagai Zat Penyerap Warna Pada Industri Tekstil sebagai Upaya Mengurangi Pencemaran Air. *Jurnal Berkala Teknik* 3(2).
- Nurhasani, Hendrawati. dan Nubzah, S. 2014. Sekam Padi Untuk Menyerap Ion Logam Tembaga dan Timbal dalam Air Limbah. *Jurnal ISSN* 4(1): 131-138.

- N. P. Diantariani, Sudiarta. dan N. K. Elantiani. 2008. Proses Biosorpsi dan Desorpsi Ion Cr(VI) Pada Bioadsorben Rumput Laut *Eucheuma Spinosum*. *Jurnal Kimia* 2(1): 45-52.
- Palar, H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Pakiding, L. M., Sumarni, N, K. dan Musafira. 2014. Aktivasi Arang Tempurung Kelapa Dengan ZnCl₂ dan Aplikasinya dalam Pengolahan Minyak Jelatah. *Jurnal Natural Of Science* 3(1): 47-57
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 05. *Baku Mutu Air Limbah*. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Perdana, R. 2021. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Garam Klorida Terhadap Proses Aktivasi Ampas Kopi Sebagai Arang Aktif. (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung
- Pratiwi, R.I. dan Muhammad,H. 2017. Pengaruh Rasio Pelarut Terhadap limbah Biji Kopi Robusta Pada Ekstraksi Kandungan Minyak Menggunakan N-Heksana Sebagai Pelarut. *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi Industri* 3(2): 13,1-13,6.
- Rasdiansyah, Darmadi. dan Dani, M.S. 2014. Optimasi Proses Pembuatan Karbon Aktif Dari Ampas Kopi Menggunakan Aktivator ZnCl₂. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia* 6(3): 55-58.
- Rochyatun, E. dan Rozak A. 2007. Pemantauan Kadar Logam Berat dalam Sedimen di Perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Makara Sains* 11(1): 28-36.
- Sani. 2011. Pembuatan Karbon Aktif dari Tanah Gambut. *Jurnal Teknik Kimia* 5(1): 400-406.
- Samosir, A. F., B. Yulianto. dan Chrisna, A.S. 2019. ArangAktifdariAmpas Kopi sebagai Absorben Logam Cu Terlarut dalam Skala Laboratorium. *Journal of Marine Research* 8(3): 237-240.
- Sarasati, Y., Thohari, I. dan Bambang, S. 2018. Perbedaan Ketebalan Filter Arang Aktif Ampas Kopi dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) pada Air Bersih. *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes* 9(4): 231-237.
- SNI. 1995. SNI 06-3730-1995: *Arang Aktif Teknis*. Badan Standar Nasional. Jakarta.
- Sembiring, M.T. dan Sinaga.2003. *Arang Aktif Pengenalanya dan Proses Pembuatannya*. Universitas Sumatera Utara. Artikel Kimia.

- Setiawati, E. dan Suroto. 2010. Pengaruh Bahan Aktivator pada Pembuatan Karbon Aktif Tempurung Kelapa. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan* 2(1): 21-26.
- Sigit, N. 2013. Elektrodegradasi Indigosol Golden Yellow IRK Dalam Limbah Batik Dengan Elektroda Grafit. (Skripsi). Universitas Negeri Semarang.
- Sukarta, F. 2014. Pemanfaatan Arang Aktif Tempurung Kelapa Sawit dan Tongkol Jagung sebagai Adsorben Logam Berat pada Limbah Batik. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor.
- Suliyah, dan Ariana, D. A. 2021. Optimasi Aktivator $ZnCl_2$ Dalam Pembuatan Karbon Aktif dari BatuBara dan Pengujian Karbon Aktif Sebagai Adsorben. *Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti* 6(2): 191-201.
- Susiantini, E. 2012. Adsorpsi $Zr(SO_4)_3 \cdot 2H_2O$ Dalam Resin Penukar Anion (Dowex-1x8) pada Kromatografi Anular. ISSN 0216-3128
- Susmanto, P., Yandriani., Dilla, A, P., dan Pratiwi, D, R. 2020. Pengolahan Zat Warna Direk Limbah Cair Industri Jumpsutan Menggunakan Karbon Aktif Limbah Tempurung Kelapa pada Kolom Adsorpsi. *JRST (Jurnal Riset Sains dan Teknologi)* –[4 (2) 2020 - 77 – 87].
- Syauqiah, I., Mayang, A. dan Hetty, A. K. 2011. Penurunan Limbah Fenol dengan Menggunakan Arang Aktif *Bagasse* dan Tempurung Kelapa. *Jurnal Info Teknik* 12(1): 10-16.
- Uhum, R, M., Daulay, S, B dan Panggabean, S. 2017. Pembuatan Arang Aktif Dari Limbah Ampas Kelapa Dengan Aktivator HCl Berbeda. *Jurnal.Rekayasa Pangan dan Pert.* 5(3): 592-599.
- Utomo, W. P., E. Santoso, G. Yuhaneke, A. I. Triantini, M. R. Fatqi, M. F. Huda dan N. Nurfitriah. 2019. Studi Adsorpsi Zat Warna Naphthol Yellow S Pada Limbah Cair Menggunakan Karbon Aktif dari Ampas Tebu. *Jurnal Kimia* 13(1): 104-116.
- Wahyuningrum, A. 2016. Perbandingan Arang Aktif Tempurung Kelapa Sawit dan Serbuk Gergaji Kayu Sebagai Adsorben Zat Warna Naphtol as dan Naphtol as g. (Skripsi). Universitas Bengkulu.
- Wrigley, G. 1988. *Coffee. Longman Scientific and Technology*. New York.

Wirawan, T. 2012. Adsorpsi Fenol oleh Arang Aktif dari Tempurung Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas L.*). *Joural Mulawarman Scientifie*2(1): 19-28.

Yosnaini. 1998. *Studi Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Buah Kopi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sriwijaya. Palembang.