

PENGARUH WAKTU DAN SUHU SONIKASI PADA AKTIVASI
KARBON AKTIF KULIT BUAH MAHONI UNTUK
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR AYAM POTONG



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
pendidikan diploma tiga (D-3) Program Studi Analisis Kimia
Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Ujung Pandang

WINDI ANTIKA SARI 332 18 025

PROGRAM STUDI D-3 ANALISIS KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2021

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan tugas akhir dengan judul “Pengaruh Waktu dan Suhu Sonikasi pada Aktivasi Karbon Kulit Buah Mahoni untuk Pengolahan Limbah Cair Ayam Potong” oleh Windi Antika Sari NIM 332 18 025 diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T) pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 6 September 2021

Pembimbing I



Drs. Abdul Azis, M.T.
NIP. 19630727 199003 1 002

Menyetujui,

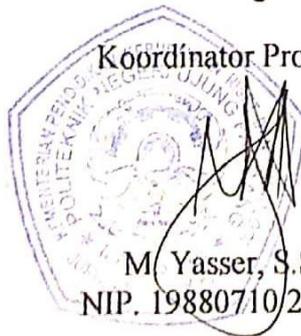
Pembimbing II



Dra. Abigael Todingbua', M.Si.
NIP. 19621011 198903 2 001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi



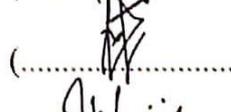
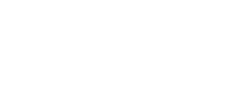
M. Yasser, S.Si., M.Si.
NIP. 19880710/201504 1 006

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Selasa tanggal 14 September 2021, tim penguji ujian sidang laporan tugas akhir telah menerima hasil ujian sidang laporan tugas akhir oleh mahasiswa Windi Antika Sari NIM 332 18 025 dengan judul “Pengaruh Waktu dan Suhu Sonikasi pada Aktivasi Karbon Kulit Buah Mahoni untuk Pengolahan Limbah Cair Ayam Potong”.

Makassar, September 2021

Tim Penguji Seminar Proposal Tugas Akhir:

- | | | |
|-----------------------------------|------------|---|
| 1. Drs. Herman Bangngalino, M.T. | Ketua | () |
| 2. Muh. Yusuf, S.T.P., M.Si. | Sekretaris | () |
| 3. Ir. Rosalin, M.Si. | Anggota | () |
| 4. Dr. Mahyati, S.T., M.Si. | Anggota | () |
| 5. Drs. Abdul Azis, M.T | Anggota | () |
| 6. Dra. Abigael Todingbua', M.Si. | Anggota | () |

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim.

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala kelimpahan berkat nikmat dan karunia-Nya sehingga kami masih diberi kesehatan dan kesempatan untuk dapat menyusun laporan tugas akhir yang telah disusun sebaik-baiknya dengan judul “Pengaruh Waktu dan Suhu Sonikasi pada Aktivasi Karbon Kulit Buah Mahoni untuk Pengolahan Limbah Cair Ayam Potong”. Tak lupa pula sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman gelap gulita hingga ke zaman terang-benderang.

Banyak pihak yang telah berperan dalam penyelesaian penulisan laporan tugas akhir ini dengan sabar membimbing dan memberi dukungan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
2. Bapak Drs. Herman Bangngalino, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Dr. Ibu Ridhawati, S.T., M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak M. Yasser, S.Si., M.Si selaku Koordinator Program Studi D3 Analisis Kimia Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

5. Bapak Drs. Abdul Azis, M.T. dan Ibu Dra. Abigael Todingbua', M.Si. selaku pembimbing yang telah mencurahkan perhatian dan kesempatannya untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
6. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan begitu banyak ilmu selama masa studi di Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua serta keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, nasehat, dukungan, cinta, dan kasih sayang yang tiada henti serta bantuannya baik secara moril maupun materil kepada penulis dari awal hingga pada penyelesaian studi ini. Serta ucapan terima kasih untuk teman-teman Angkatan 2018 Jurusan Teknik Kimia khususnya teman-teman sekelas yang senantiasa selalu membantu dan memberikan support hingga penyelesaian laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari laporan tugas akhir ini tidaklah sempurna seperti kata pepatah tak ada gading yang tak retak begitu pula dalam penulisan ini, apabila terdapat kekeliruan dalam penulisannya, penulis sangat mengharapkan kritik, dan sarannya. Akhir kata semoga penulisan proposal tugas akhir ini dapat memberikan banyak manfaat bagi kita semua.

Makassar, 06 September 2021

Penulis

DAFTAR ISI

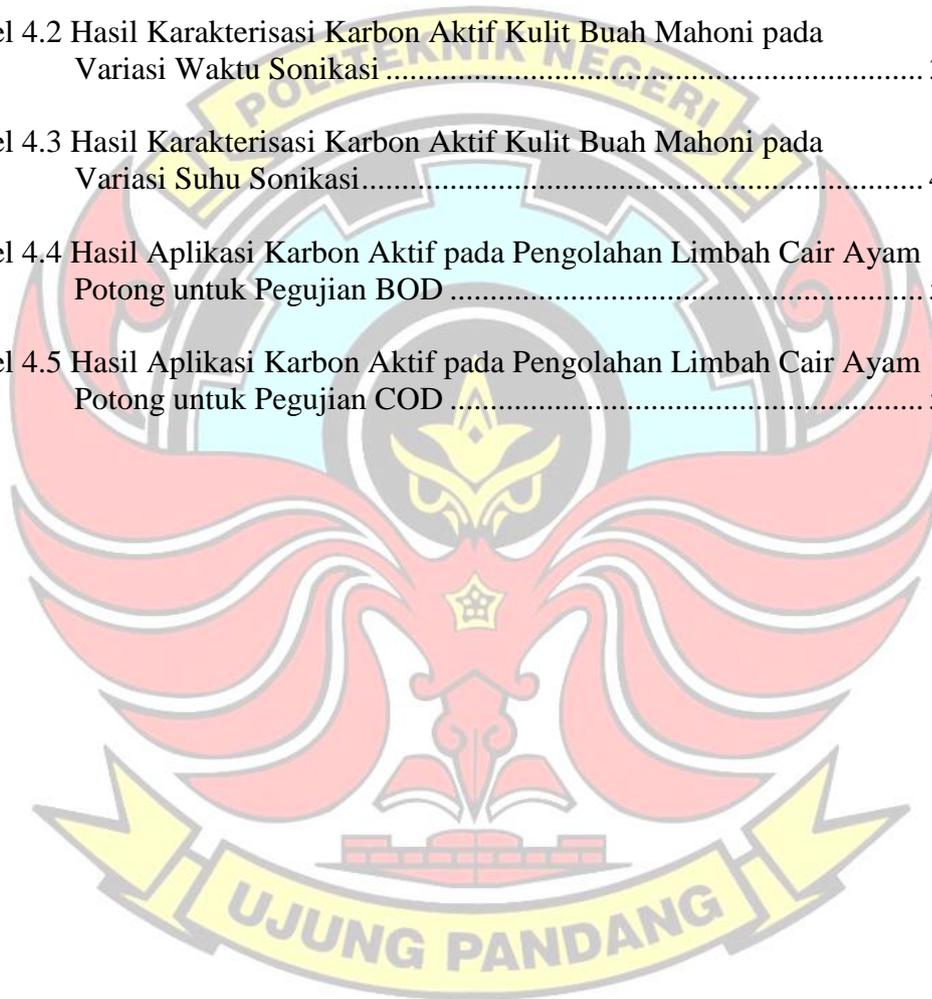
	hlm.
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
SURAT PERNYATAAN.....	xi
RINGKASAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan	3
1.4 Tujuan Kegiatan.....	4
1.5 Manfaat Kegiatan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Karbon Aktif	5
2.2 Ultrasonikasi	12
2.3 Adsopsi.....	14
2.4 Limbah Cair Usaha Rumah Pemotongan Ayam	15
2.5 Mahoni	17
BAB III METODE KEGIATAN	22
3.1 Lokasi dan Waktu Kegiatan.....	22

3.2 Alat dan Bahan.....	22
3.3 Prosedur Kegiatan	23
BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN.....	37
4.1 Karakterisasi Karbon.....	38
4.2 Pengaplikasian Karbon Aktif Kulit Buah Mahoni pada Limbah cair Ayam Potong	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....	61
LAMPIRAN.....	63



DAFTAR TABEL

	hlm.
Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah.....	17
Tabel 4.1 Hasil Karakterisasi Karbon Aktif Kulit Buah Mahoni dengan Aktivasi Perendaman Aquadest dan H ₃ PO ₄ 5%	38
Tabel 4.2 Hasil Karakterisasi Karbon Aktif Kulit Buah Mahoni pada Variasi Waktu Sonikasi	39
Tabel 4.3 Hasil Karakterisasi Karbon Aktif Kulit Buah Mahoni pada Variasi Suhu Sonikasi.....	47
Tabel 4.4 Hasil Aplikasi Karbon Aktif pada Pengolahan Limbah Cair Ayam Potong untuk Pegujian BOD	55
Tabel 4.5 Hasil Aplikasi Karbon Aktif pada Pengolahan Limbah Cair Ayam Potong untuk Pegujian COD	57



DAFTAR GAMBAR

	hlm.
Gambar 2.1 Struktur Fisika Karbon Aktif.....	8
Gambar 2.2 Struktur Kimia Karbon Aktif	9
Gambar 2.3 Pohon Mahoni	19
Gambar 2.4 Buah Mahoni.....	20
Gambar 2.5 Kulit Buah Mahoni.....	21
Gambar 4.1 Hubungan Kadar Air Karbon Aktif dengan Waktu Sonikasi.....	40
Gambar 4.2 Hubungan Kadar Abu Karbon Aktif dengan Waktu Sonikasi.....	42
Gambar 4.3 Hubungan Kadar Volatil Karbon Aktif dengan Waktu Sonikasi.....	43
Gambar 4.4 Hubungan Kadar Karbon Karbon Aktif dengan Waktu Sonikasi.....	44
Gambar 4.5 Hubungan Daya Serap Iod Karbon Aktif dengan Waktu Sonikasi.....	45
Gambar 4.6 Hubungan Kadar Air Karbon Aktif dengan Suhu Sonikasi.....	48
Gambar 4.7 Hubungan Kadar Abu Karbon Aktif dengan Suhu Sonikasi.....	49
Gambar 4.8 Hubungan Kadar Volatil Karbon Aktif dengan Suhu Sonikasi.....	50
Gambar 4.9 Hubungan Kadar Karbon Karbon Aktif dengan Suhu Sonikasi.....	51
Gambar 4.10 Hubungan Daya Serap Iod Karbon Aktif dengan Waktu Sonikasi	53

Gambar 4.11 Hubungan Antara Berat Karbon Aktif dengan Penurunan
Kadar BOD pada Limbah..... 55

Gambar 4.12 Hubungan Antara Berat Karbon Aktif dengan Penurunan
Kadar COD pada Limbah..... 57



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Windi Antika Sari

NIM : 332 18 025

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Pengaruh Waktu dan Suhu Sonikasi pada Aktivasi Karbon Kulit Buah Mahoni untuk Pengolahan Limbah Cair Ayam Potong” merupakan gagasan, hasil karya saya sendiri dengan arahan pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 06 September 2021


Windi Antika Sari
NIM.332 18 025

PENGARUH WAKTU DAN SUHU SONIKASI PADA AKTIVASI KARBON KULIT BUAH MAHONI UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH CAIR AYAM POTONG

RINGKASAN

Kulit buah mahoni umumnya belum dimanfaatkan dan hanya menjadi limbah yang berserakan di lingkungan dan tidak memiliki nilai ekonomi. Salah satu upaya peningkatan nilai ekonomi pohon mahoni terutama kulit buahnya dapat dilakukan dengan mengolahnya menjadi karbon aktif. Pada penelitian ini, karbon dibuat dari kulit buah mahoni yang selanjutnya diaktivasi menggunakan metode sonikasi dalam larutan H_3PO_4 5%. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan waktu dan suhu sonikasi yang optimal untuk proses aktivasi karbon dari kulit buah mahoni.

Aktivasi karbon kulit buah mahoni dilakukan dengan pemberian gelombang ultrasonik (sonikasi) terhadap bahan baku kulit buah mahoni yang direndam dalam larutan H_3PO_4 5%. Sonikasi dilakukan dengan variasi waktu sonikasi (20, 30, 40, 50, dan 60 menit), dan suhu sonikasi (30, 40, 50, 60, dan 70°C). Kondisi optimum dari kedua variasi tersebut ditentukan berdasarkan uji karakteristik sesuai SNI 06-3730-1995 yang meliputi uji parameter kadar air, kadar zat terbang (volatil), kadar abu, kadar karbon, dan daya serap terhadap iodin.

Pengolahan limbah cair rumah pemotongan ayam (RPA) dilakukan dengan proses adsorpsi dengan variasi berat arang aktif yang dikontakkan 0,5; 1; 1,5; 2; dan 2,5 gram dalam 150 ml limbah cair ayam potong. Dari hasil penelitian diperoleh persentase penurunan kadar *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang terbaik pada berat arang aktif 2,5 gram dengan penurunan untuk kadar BOD dari 162,3 mg/L menjadi 20, mg/L, sedangkan untuk kadar COD dari 288,32 mg/L menjadi 33,2 mg/L.



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi terus berkembang, berbagai penemuan barupun terus dihasilkan. Salah satu penemuan yang berdampak positif bagi manusia dan alam adalah karbon aktif. Karbon aktif sangat diperlukan karena dapat mengabsorpsi bau, warna, gas, dan logam. Pada umumnya karbon aktif digunakan sebagai bahan penyerap dan penjernih. Kebutuhan karbon aktif terus meningkat, khususnya di Indonesia disebabkan semakin meluasnya pemakaian karbon aktif pada sektor industri. Menurut Direktorat Perdagangan Departemen Perdagangan RI saat ini, Indonesia masih mengimport karbon aktif sebesar 12.250 ton/tahun (Salamah, 2008). Pembuatan karbon aktif perlu digalakkan dengan menggunakan berbagai bahan baku di antaranya kulit buah mahoni.

Pembuatan karbon aktif kulit buah mahoni dapat dilakukan dengan proses pirolisis untuk selanjutnya diaktivasi baik secara fisika maupun kimia atau kombinasi keduanya. Pengaktifan secara fisika pada dasarnya dilakukan dengan cara memanaskan bahan baku pada suhu yang cukup tinggi (600-900°C) pada kondisi kurang oksigen, kemudian pada suhu tinggi tersebut dialirkan media pengaktif seperti uap air dan CO₂. Sedangkan pada pengaktifan secara kimiawi, bahan baku sebelum dipanaskan dicampur dengan bahan kimia tertentu seperti KOH, NaOH, K₂CO₃, H₃PO₄, dan lain sebagainya. Pada penelitian ini telah dilakukan pembuatan karbon aktif dari kulit buah mahoni dengan metode aktivasi perendaman dalam larutan H₃PO₄ yang dikombinasi dengan metode sonikasi.

Metode Sonikasi merupakan metode dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik dimana generator listrik ultrasonik telah membuat sinyal listrik kemudian diubah menjadi getaran fisik atau gelombang ultrasonik sehingga memiliki efek sangat kuat yang disebut dengan efek aktivasi pada larutan yang menyebabkan pecahnya molekul-molekul larutan tersebut. Beberapa keunggulan sonikasi yaitu dapat digunakan untuk mempercepat pemisahan dengan cara memecah interaksi antar molekul serta menganalisis dinamika molekular dan kinetika reaksi pada pembelahan molekul, ini sangat berguna ketika tidak memungkinkan untuk mengaduk sampel. Selain itu sonikasi juga dapat digunakan untuk menghilangkan gas-gas terlarut dari cairan (*degassing*) dengan *carasonicating* cairan saat berada di bawah ruang yang hampa (Candani dkk, 2018).

Proses sonikasi ini diyakini mampu menghasilkan karbon aktif dari kulit buah mahoni yang memiliki karakteristik sesuai SNI 06-3730-1995, karena beberapa penelitian tentang pengaktifan karbon aktif masih menggunakan aktivator asam dan basa, contohnya pada penelitian Murtono dan Iriany (2017) dengan aktivator H_3PO_4 dan pada penelitian Salamah (2008) dengan menggunakan KOH sebagai aktivator karbon aktif.

Karbon aktif yang dihasilkan dari penelitian ini telah dikarakterisasi sesuai SNI 06-3730-1995. Selanjutnya diaplikasikan untuk pengolahan limbah cair dari rumah pemotongan ayam (RPA) karena umumnya limbah tersebut belum diolah sebelum dibuang ke saluran pembuangan di lingkungan pemukiman tempat usaha tersebut dilaksanakan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik karbon aktif yang dihasilkan dari karbon kulit buah mahoni setelah diaktivasi tanpa metode ultrasonikasi dan dengan metode ultrasonikasi variasi suhu dan waktu berdasarkan SNI 06-3730-1995?
2. Bagaimana kualitas limbah cair ayam potong sebelum dan setelah diolah menggunakan karbon aktif kulit buah mahoni?

1.3 Ruang Lingkup Kegiatan

1. Aktivasi karbon dari kulit buah mahoni pada dasarnya menggunakan larutan H_3PO_4 5% tanpa sonikasi dan dengan sonikasi, juga akuades sebagai kontrol.
2. Aktivasi karbon dari kulit buah mahoni menggunakan larutan H_3PO_4 5% dengan sonikasi dilakukan dengan variasi waktu yakni 20, 30, 40, 50, dan 60 menit sedangkan untuk variasi suhu yakni 30, 40, 50, 60, dan 70°C.
3. Karakterisasi karbon aktif berdasarkan SNI 06-3730-1995 dengan parameter uji meliputi kadar air, kadar zat mudah terbang, kadar abu, kadar karbon, dan daya serap terhadap I_2 .
4. Aplikasi karbon aktif kulit buah mahoni untuk pengolahan limbah cair ayam potong dilakukan dengan proses adsorpsi secara *batch*.
5. Kualitas limbah cair ayam potong sebelum dan setelah pengolahan dilakukan dengan parameter uji *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD).

1.4 Tujuan Kegiatan

Adapun tujuan dari penelitian ini, adalah:

1. Menentukan karakteristik karbon aktif yang dihasilkan dari kulit buah mahoni setelah diaktivasi tanpa menggunakan metode ultrasonikasi dan dengan metode ultrasonikasi variasi waktu dan suhu berdasarkan SNI 06-3730-1995 untuk parameter uji kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, kadar karbon dan daya serap iodin.
2. Menentukan kadar BOD dan COD limbah cair ayam potong sebelum dan setelah diolah menggunakan karbon aktif kulit buah mahoni.

1.5 Manfaat Kegiatan

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi penulis, masyarakat luas, dan dunia pendidikan, antara lain:

1. Dapat menjadi sumber informasi tentang pembuatan karbon aktif dengan metode Ultrasonikasi.
2. Memanfaatkan limbah kulit buah mahoni menjadi sesuatu yang lebih berguna bagi masyarakat luas sehingga memiliki nilai ekonomi.
3. Memberikan pengetahuan kepada pengusaha rumah potong ayam tentang cara pengolahan limbah cair ayam potong dengan menggunakan karbon aktif secara umum dan karbon aktif kulit buah mahoni secara khusus.
4. Dapat menjadi rujukan bagi pemerintah kota Makassar dalam menyusun kebijakan tentang pengelolaan limbah cair ayam potong.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karbon Aktif

2.1.1 Definisi Karbon Aktif

Karbon adalah suatu bahan padatan berpori dihasilkan melalui proses pirolisis dari bahan-bahan yang mengandung karbon (Kinoshita, 2001 dalam Lempang & Tikupadang, 2013). Sebagian dari pori-pori karbon masih tertutup dengan hidrokarbon, tar dan senyawa organik lainnya. Proses aktivasi karbon untuk menghilangkan senyawa tersebut menghasilkan produk karbon aktif. Karbon aktif digunakan antara lain dalam industri masker, rokok, minuman dan makanan, air konsumsi dan minyak, kimia farmasi, serta alat pendingin dan otomotif (Austin, 1984 dalam Lempang & Tikupadang, 2013). Penggunaan karbon aktif terus berkembang hingga digunakan untuk industri cat dan perekat (Asano *et al*, 1999 dalam Lempang & Tikupadang, 2013). Akhir-akhir ini juga sedang dikembangkan penggunaan karbon aktif sebagai *soil conditioner* pada budidaya tanaman hortikultura (Gusmailina *et al.*, 2001 dalam Lempang & Tikupadang, 2013).

Karbon aktif merupakan padatan dengan bahan dasar karbon berpori yang memiliki luas permukaan sangat tinggi yaitu diatas $600 \text{ m}^2/\text{g}$. Biomassa dapat digunakan sebagai bahan untuk pembuatan karbon melalui pemanasan pada suhu tinggi. Setelah itu karbon diubah menjadi karbon aktif melalui proses aktivasi. Proses aktivasi merupakan proses untuk menghilangkan hidrokarbon yang melapisi permukaan karbon sehingga dapat meningkatkan porositas karbon (Cooney, 1980 dalam Sahara, 2017).

Daya serap karbon aktif sangat besar, yaitu 25–1000% terhadap berat karbon aktif. Karbon aktif adalah karbon yang diproses sedemikian rupa sehingga mempunyai daya absorpsi yang tinggi. Karbon aktif berbentuk amorf. Karbon ini terdiri dari pelat–pelat datar yang terikat secara kovalen dalam suatu kisi heksagon. Pelat–pelat ini bertumpuk satu sama lainnya membentuk kristal-kristal dengan sisa hidrokarbon yang tertinggal pada permukaan. Dengan menghilangkan hidrokarbonnya menyebabkan permukaan menjadi aktif (Salamah, 2008).

Bahan baku karbon aktif pada umumnya berasal dari senyawa-senyawa organik seperti: tempurung kelapa, sekam padi, tongkol jagung, serbuk gergaji, dan lain-lain. Selain itu juga karbon aktif berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon dapat dibuat menjadi karbon aktif (Salamah, 2008).

Penggunaan karbon aktif sebagai penyerap uap biasanya berbentuk granular atau pellet yang sangat keras, diameter pori berkisar antara 10–200 Å, tipe pori lebih halus, digunakan dalam fase gas, berfungsi untuk memperoleh kembali pelarut, katalis, pemisahan dan pemurnian gas. Diperoleh dari tempurung kelapa, tulang, batu bata atau bahan baku yang mempunyai struktur keras. Penggunaan karbon aktif dalam industri pangan dan bukan pangan.

1. Penggunaan dalam industri pangan
 - a. Pemurnian minyak goreng
 - b. Pemurnian gula
 - c. Penjernihan air

2. Penggunaan dalam industri bukan pangan

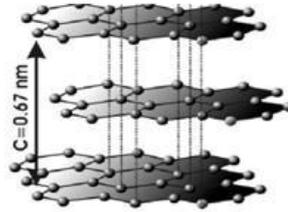
- a. Industri kimia dan farmasi
- b. Katalis

Kapasitas serap karbon aktif merupakan kemampuan karbon aktif dalam menyerap substansi yang ada dalam lapisan kapasitas karbon aktif. Semakin besar kapasitas serap karbon aktif berarti karbon aktif tersebut semakin baik digunakan sebagai adsorban (Salamah, 2008).

Karbon aktif banyak dimanfaatkan oleh pabrik-pabrik berbagai tujuan, diantaranya sebagai pembersih air, pemurnian gas, pengolahan limbah cair. Dalam perindustrian, karbon aktif sangat berguna karena dapat mengadsorpsi bau, warna, gas serta logam. Maraknya perkembangan proses industri akan meningkatkan resiko pencemaran lingkungan sehingga meningkatkan pula kebutuhan akan karbon aktif (Sidiq, 2014 dalam Sahara, 2017).

2.1.2 Struktur Fisika dan Kimia Karbon Aktif

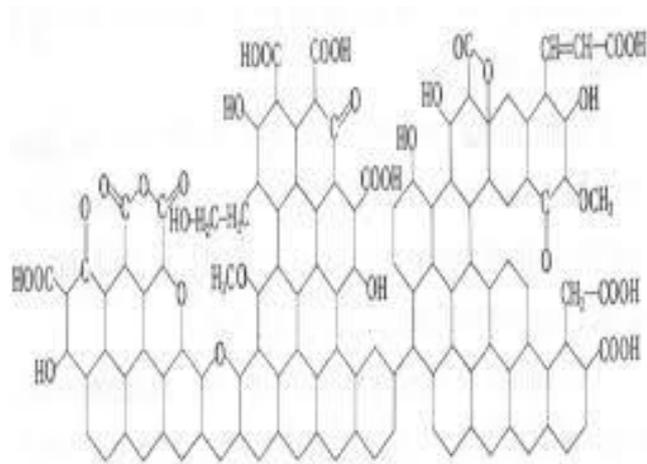
Karbon aktif mempunyai bentuk yang amorf yang terdiri dari pelat-pelat datar di mana ato-atom karbonnya tersusun dan terikat secara kovalen dalam kisi hexagonal. Hal tersebut telah dibuktikan dengan penelitian menggunakan sinar-X yang menunjukkan adanya bentuk-bentuk kristalin yang sangat kecil dengan struktur grafit. Struktur fisika karbon aktif (Atmayudha, Ardhana, 2007) dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Struktur Fisika Karbon Aktif
 Sumber: Atmayudha, Ardhana (2007)

Daerah kristalin memiliki ketebalan 0,7-1,1 nm, jauh lebih kecil dari grafit. Hal ini menunjukkan adanya 3 atau 4 lapisan atom karbon dengan kurang lebih terisi 20-30 heksagon di tiap lapisannya. Rongga antara kristal-kristal karbon diisi oleh karbon-karbon amorf yang berikatan secara tiga dimensi dengan atom-atom lainnya terutama oksigen. Susunan karbon yang tidak teratur ini diselingi oleh retakan-retakan dan celah yang disebut pori dan kebanyakan berbentuk silindris.

Selain mengandung karbon, karbon aktif juga mengandung sejumlah kecil hydrogen dan oksigen yang secara kimiawi terikat dalam berbagai gugus fungsi seperti karbonil, karboksil, fenol, lakton, quinon, dan gugus-gugus eter. Gugus fungsional dibentuk selama proses aktivasi oleh interaksi radikal bebas pada permukaan karbon dengan atom-atom seperti oksigen dan nitrogen. Gugus fungsi ini membuat permukaan karbon aktif reaktif secara kimiawi dan mempengaruhi sifat adsorbsinya. Ilustrasi struktur kimia karbon aktif dengan gugus fungsional (Atmayudha, Ardhana, 2007) dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Struktur Kimia Karbon Aktif
 Sumber: Atmayudha, Ardhana (2007)

2.1.3 Proses Pembuatan Karbon Aktif

Proses yang berlangsung selama pembuatan karbon aktif pada dasarnya adalah penghilangan air (*dehidrasi*), pemecahan senyawa-senyawa organik dan dekomposisi tar yang sekaligus memperluas pori-pori. Proses pembuatan karbon aktif dapat dibagi dua sebagai berikut.

1. Proses Kimia

Bahan baku dicampur dengan bahan-bahan kimia tertentu, kemudian dibuat padatan. Selanjutnya padatan tersebut dibentuk menjadi batangan dan dikeringkan serta dipotong-potong. Aktivasi dilakukan pada temperatur 100°C. Karbon aktif yang dihasilkan, dicuci dengan air selanjutnya dikeringkan pada temperatur 100°C. Dengan proses kimia, bahan baku dapat dikarbonisasi terlebih dahulu kemudian dicampur dengan bahan-bahan kimia.

2. Proses Fisika

Bahan baku terlebih dahulu dibuat karbon. Selanjutnya karbon tersebut digiling, diayak untuk selanjutnya diaktivasi dengan cara pemanasan pada temperatur 100°C yang disertai pengaliran uap.

Pembuatan karbon aktif terdiri dari tiga tahap, yaitu sebagai berikut.

a. Dehidrasi

Proses penghilangan air. Bahan baku dipanaskan sampai temperatur 170°C .

b. Karbonisasi

Pemecahan bahan-bahan organik menjadi karbon. Karbonisasi dilakukan pada suhu $400-900^{\circ}\text{C}$ hasilnya didinginkan dan dicuci, untuk menghilangkan dan mendapatkan kembali bahan kimia pengaktif, disaring dan dikeringkan. Temperatur diatas 170°C akan menghasilkan CO , CO_2 dan asam asetat. Pada temperatur 275°C , dekomposisi menghasilkan tar, methanol, dan hasil sampingan lainnya. Pembentukan karbon terjadi pada temperatur $400-600^{\circ}\text{C}$.

c. Aktivasi

Dekomposisi tar dan perluasan pori-pori dapat dilakukan dengan uap atau CO_2 sebagai aktivator. Tujuan proses aktivasi karbon yaitu untuk memperbesar luas permukaan karbon dengan membuka pori-pori yang tertutup sehingga memperbesar daya serapnya. Menurut Kirk dan Othmer (1964) dalam Ainun dan Aurelia (2020), proses aktivasi karbon atau karbon tergantung dari produk akhir yang secara umum dapat dibagi menjadi 2 proses, yaitu sebagai berikut.

1) Aktivasi secara fisik

Kebanyakan karbon diaktifkan dengan cara fisik. Perbedaan bahan baku akan menyebabkan variasi pula pada metode termal ini, namun pada prinsipnya sama. Pengkarbonan biasanya dilakukan pada suhu 500-900°C dan sebagai pengaktif dilakukan dengan *steam* (uap) atau gas CO₂ pada suhu 800-900°C. Dalam proses yang menggunakan *steam* ini aktivasi berlangsung secara berkesinambungan karena reaksi karbon menjadi CO₂ adalah eksotermis.

2) Aktivasi secara kimia

Proses pengaktifan secara kimia dipengaruhi oleh beberapa variabel antara lain: ukuran partikel karbon aktif, jenis aktivator, dan lamanya perlakuan. Proses ini menggunakan aktivator bahan kimia. Aktivator yang sering digunakan sebagai pengaktif yaitu, Ca(OH)₂, HNO₃, H₃PO₄, NaOH, ZnCl₂, CaCl₂, NaCl, Na₂SO₃, H₂SO₄, HCl, Ca₃(PO₄)₂, Na₂CO₃, dan sebagainya (Hessler, 1951 dalam Ainun dan Aurelia, 2020). Selain zat aktivator, variabel lain yang mempengaruhi proses pengaktifan adalah ukuran partikel karbon yang dihasilkan dari proses pengayakan karbon yang telah dihaluskan. Keaktifan bertambah dengan makin banyaknya *reagent* yang dipakai. Selain itu, proses pengaktifan juga dipengaruhi oleh lamanya perendaman. Pembuatan karbon aktif secara kimia dilakukan dengan penambahan zat aktivator pada rendaman bahan (karbon) yang telah dihaluskan. Unsur-unsur mineral dan persenyawaan kimia yang ditambahkan akan meresap ke dalam karbon dan membuka permukaan yang mula-mula tertutup oleh

komponen-komponen kimia, dengan demikian luas permukaan karbon aktif bertambah besar.

2.1.3 Karakteristik Karbon Aktif

Berdasarkan SNI 06-3730-1995 tentang karbon aktif teknis, karbon aktif berbentuk serbuk yang berkualitas baik memiliki kadar air sebesar 15%, kadar zat mudah menguap maksimal 25%, kadar abu maksimal 10%, dan kadar karbon minimal 65%. Untuk daya serapnya, karbon aktif yang baik memiliki daya serap terhadap I₂ minimal sebesar 750 mg/g dan daya serap terhadap metilen biru minimal sebesar 120 mg/g (Sudrajat dan Pari, 2011 dalam Sahara, 2017).

2.2 Ultrasonikasi

Metode ultrasonikasi adalah metode yang menggunakan gelombang ultrasonik yaitu gelombang akustik dengan frekuensi lebih besar dari 16-20 kHz (Suslick, 1988 dalam Puspita, 2011). Ultrasonik bersifat *non-destructive* dan *non-invasive*, sehingga dapat dengan mudah diadaptasikan ke berbagai aplikasi (McClements, 1995 dalam Puspita, 2011). Menurut Kuldiloke (2002) dalam Puspita (2011), salah satu manfaat metode ekstraksi ultrasonik adalah untuk mempercepat proses ekstraksi. Hal ini dibuktikan dengan penelitian Cameron and Wang (2006) dalam Puspita (2011), tentang ekstraksi pati jagung yang menyebutkan rendemen pati jagung yang didapat dari proses ultrasonik selama 2 menit adalah sekitar 55,2-67,8% hampir sama dengan rendemen yang didapat dari pemanasan dengan air panas selama 1 jam yaitu 53,4%. Dengan penggunaan ultrasonik proses ekstraksi senyawa organik pada tanaman dan biji-bijian dengan menggunakan pelarut organik dapat berlangsung lebih cepat. Dinding sel dari

bahan dipecah dengan getaran ultrasonik sehingga kandungan yang ada di dalamnya dapat keluar dengan mudah (Mason, 1990 dalam Puspita, 2011).

Cara kerja metode ultrasonik dalam mengekstraksi adalah sebagai berikut: gelombang ultrasonik terbentuk dari pembangkitan ultrason secara lokal dari kavitasi mikro pada sekeliling bahan yang akan diekstraksi sehingga terjadi pemanasan pada bahan tersebut, sehingga melepaskan senyawa ekstrak. Terdapat efek ganda yang dihasilkan, yaitu pengacauan dinding sel sehingga membebaskan kandungan senyawa yang ada di dalamnya dan pemanasan lokal pada cairan dan meningkatkan difusi ekstrak. Energi kinetik dilewatkan ke seluruh bagian cairan, diikuti dengan munculnya gelembung kavitasi pada dinding atau permukaan sehingga meningkatkan transfer massa antara permukaan padat-cair. Efek mekanik yang ditimbulkan adalah meningkatkan penetrasi dari cairan menuju dinding membran sel, mendukung pelepasan komponen sel, dan meningkatkan transfer massa (Keil, 2007 dalam Puspita, 2011). Liu *et al.* (2010) dalam Puspita (2011), menyatakan bahwa kavitasi ultrasonik menghasilkan daya patah yang akan memecah dinding sel secara mekanis dan meningkatkan transfer material.

Beberapa keunggulan pada penggunaan teknologi ultrasonik dalam aplikasinya pada berbagai macam pati dan polisakarida adalah (Lida, 2002 dalam Puspita, 2011): 1) Proses ultrasonik tidak membutuhkan penambahan bahan kimia dan bahan tambahan lain, 2) Prosesnya cepat dan mudah, yang berarti prosesnya tidak memerlukan biaya tinggi, 3) Prosesnya tidak mengakibatkan perubahan yang signifikan pada struktur kimia, partikel, dan senyawa-senyawa bahan yang digunakan. Hal-hal yang mempengaruhi kemampuan ultrasonik untuk menimbulkan efek kavitasi yang diaplikasikan pada produk pangan antara lain

karakteristik ultrasonik seperti frekuensi, intensitas, amplitudo, daya, karakteristik produk (seperti viskositas, tegangan permukaan) dan kondisi sekitar seperti suhu dan tekanan (Williams, 1983 dalam Puspita, 2011).

2.3 Adsorpsi

Adsorpsi adalah peristiwa yang terjadi pada permukaan padatan, karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan zat padat. Adsorpsi berbeda dengan absorpsi, karena pada absorpsi zat yang diserap masuk ke dalam adsorben (Sukardjo, 1985 dalam Swastha, 2010). Adanya gaya ini menyebabkan padatan cenderung menarik molekul-molekul lain yang bersentuhan dengan permukaannya. Gaya-gaya molekul pada permukaan cairan atau padatan berada dalam keadaan tidak seimbang atau tidak jenuh. Sebagai hasil ketidakjenuhan ini, permukaan padatan atau cairan cenderung untuk menarik dan menahan gas-gas atau substansi-substansi yang terlarut pada saat mengalami kontak (Janowska, *et al* 1991 dalam Swastha, 2010).

Adapun adsorpsi dapat dikelompokkan menjadi dua

1. Adsorpsi Fisik

Adsorpsi fisik disebabkan oleh gaya Van Der Waals. Pada adsorpsi fisik, molekul-molekul teradsorpsi pada permukaan dengan ikatan yang lemah (Adamson, 1990 dalam Swastha, 2010).

Adsorpsi fisik berlangsung pada suhu rendah dan tidak memerlukan energi aktivasi, sehingga adsorpsi ini tidak memerlukan zat atau proses lain untuk mengaktivasi. Dalam proses adsorpsi fisik tidak terjadi perubahan struktur pada adsorben maupun adsorbat.

2. Adsorpsi Kimia

Reaksi kimia yang terjadi antara zat padat dengan adsorbat larut, molekul-molekul yang teradsorpsi pada permukaan bereaksi secara kimia, sehingga terjadi pemutusan ikatan (Adamson, 1990 dalam Swastha, 2010). Kecepatan adsorpsi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain konsentrasi, luas permukaan, suhu, ukuran partikel, pH, dan kontak waktu (Sembiring dan Sinaga, 2004 dalam Swastha, 2010).

2.4 Limbah Cair Usaha Rumah Potongan Ayam

Industri Rumah Potong Ayam di bidang peternakan memiliki fungsi dalam pemotongan ayam hidup dan diolah menjadi karkas yang siap dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan protein hewani masyarakat (Singgih dan Karina, 2008 dalam Hasanah dan Sugiono, 2017). Kemudahan mendapatkan karkas broiler di pasar tradisional menunjukkan banyaknya pelaku usaha yang menyediakan karkas segar untuk konsumen industri rumah tangga.

Kegiatan RPA akan menghasilkan limbah dengan kandungan bahan organik tinggi disertai konsentrasi bahan padat dan lemak yang relatif tinggi. Menurut Kusnopranto (1995) dalam Kholif (2015), limbah ini akan berdampak pada kualitas fisik air yaitu warna dan pH disamping itu total padatan terlarut, padatan tersuspensi, kandungan lemak, BOD₅, ammonium, nitrogen, fosfor akan mengalami peningkatan. Limbah terbesar berasal dari darah dan isi perut (Tjipadi, 1990 dalam Kholif, 2015), sedangkan darah berdampak pada peningkatan nilai BOD dan padatan tersuspensi. Disamping itu isi perut (rumen) dan usus akan meningkatkan jumlah padatan. Pencucian karkas juga meningkatkan nilai BOD. Sedangkan Bewick (1980) dalam Kholif (2015), menyatakan bahwa limbah ternak

merupakan sumber pencemaran bagi air yang mempunyai kandungan BOD tinggi dan kandungan oksigen yang terlarut di dalam air relatif sedikit. Untuk menangani limbah yang dihasilkan oleh kegiatan RPA, maka ada tiga kegiatan yang perlu dilakukan yaitu identifikasi limbah, karakterisasi dan pengolahan limbah (Ross *et al*, 1992 dalam Kholif, 2015). Hal ini harus dilakukan agar dapat ditentukan suatu bentuk penanganan limbah RPA yang efektif.

Industri RPA menghasilkan limbah baik dalam proses itu sendiri serta dalam mencuci peralatan dan fasilitas, hal ini ditandai dengan tingginya konsentrasi zat organik dan padatan tersuspensi (Amorim *et al*, 2007 dalam Kholif, 2015). Jumlah dan karakteristik air limbah di industri RPA ini sangat bervariasi tergantung pada proses industri dan air yang digunakan tiap melakukan aktivitas pemotongan ayam (Del Nery *et al*, 2001 dalam Kholif, 2015). Air limbah RPA yang berupa isi rumen atau isi lambung, darah afkiran, daging atau lemak, dan air cucuannya dapat bertindak sebagai media pertumbuhan dan perkembangan mikroba sehingga limbah tersebut mudah mengalami pembusukan. Dampak negatif dari industri ini yaitu menghasilkan limbah berbentuk padat dan cair. Industri RPA sebagian besar menghasilkan air limbah yang mengandung bahan organik biodegradable dalam jumlah tinggi, dalam hal ini materi koloid seperti lemak, protein dan selulosa (C.E.T. caixeta *et al.*, 2002; D. masse, dan L. Masse 2001; L.A. Nunez, dan B. Martinez 1999 dalam Kholif, 2015). Kandungan limbah cair RPA diantaranya adalah limbah kimia-fisik dan mikrobiologi.

Sumber pencemar yang lain seperti kandungan BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dalam buangan industri RPA juga sangat tinggi yaitu di atas ambang batas dari kandungan BOD, COD yang sudah

ditetapkan. Hasil sampling awal didapatkan kandungan BOD sebesar 402 mg/L, COD sebesar 656 mg/L. Kegiatan RPA akan menghasilkan limbah dengan kandungan bahan organik tinggi disertai konsentrasi bahan padat dan lemak yang relatif tinggi. Untuk mencegah hal itu maka perlu dilakukan cara agar komposisi padatan organik tersuspensi dapat dikurangi (Laksono dan Kirana, 2010 dalam Kholif, 2015).

Menurut peraturan menteri negara lingkungan hidup nomor 5 tahun 2014 dalam Septiana (2019), tentang baku mutu air limbah bagi kegiatan rumah pemotongan hewan dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah

Parameter	Konsentrasi
BOD	100 mg/L
COD	200 mg/L
TSS	100 mg/L
Minyak dan lemak	15 mg/L
$NH_3 - N$	25 mg/L
pH	6-9

Sumber: Menteri Negara Lingkungan Hidup

2.4 Mahoni

2.4.1 Pohon Mahoni

Pohon mahoni (*Swietenia macrophylla King*) selama ini dikenal sebagai penyejuk jalan dan bahan untuk membuat segala *furniture*. Pada tahun 1990an buah mahoni banyak digunakan sebagai vitamin dan obat-obatan yang pertama kali ditemukan oleh Doktor Larry Brookes seorang ahli biokimia. Salah satu upaya peningkatan nilai ekonomi pohon mahoni terutama kulit buahnya yaitu

dapat dilakukan dengan mengolahnya menjadi karbon aktif. Dalam dunia industri, karbon aktif sangat diperlukan karena dapat mengabsorpsi bau, warna, gas, dan logam. Pada umumnya karbon aktif digunakan sebagai bahan penyerap dan penjernih. Kebutuhan Indonesia akan karbon aktif untuk bidang industri masih relatif tinggi disebabkan semakin meluasnya pemakaian karbon aktif pada sektor industri. Menurut Direktorat Perdagangan Departemen Perdagangan RI saat ini, Indonesia masih mengimport karbon aktif sebesar 12.250 ton/th (Salamah, 2008). Sehingga pembuatan karbon aktif dari kulit buah mahoni mempunyai prospek yang sangat cerah bagi perkembangan industri yang dalam prosesnya menggunakan karbon aktif. (Salamah, 2008).

Tanaman mahoni (*Swietenia macrophylla*) banyak ditanam sebagai pohon pelindung karena sifatnya yang tahan panas dan memiliki daya adaptasi yang baik terhadap berbagai kondisi tanah sehingga tetap bertahan menghiasi tepi jalan di beberapa daerah. Tanaman ini dikembangkan pada awalnya di wilayah Jawa sejak jaman penjajahan Belanda. Kayu mahoni mempunyai nilai ekonomi yang cukup tinggi sehingga dibudidayakan untuk keperluan sumber bahan baku industri. Kualitas kayunya keras dan memiliki warna kemerahan, sangat baik digunakan untuk meubel, furniture karbon- karbon ukiran dan kerajinan tangan (Azzahra, 2018).

Mahoni termasuk pohon yang mudah dibudidayakan karena dapat tumbuh pada berbagai tempat dan berbagai jenis tanah. Umumnya dapat tumbuh pada tanah yang agak liat dengan ketinggian 1000 mdpl. Telah banyak penelitian yang dilakukan mengenai tanaman mahoni, dimana dihasilkan keragaman genetik mahoni yang cukup tinggi (Iswanto, 2016 dalam Azzahra, 2018).

Tanaman mahoni adalah tanaman tahunan dengan tinggi yang bisa mencapai 10-20 meter dan diameter lebih dari 100 cm. Sistem perakaran tanaman mahoni yaitu akar tunggang. Batang berbentuk bulat, berwarna cokelat tua keabu-abuan, dan memiliki banyak cabang sehingga kanopi berbentuk payung dan sangat rimbun (Suhono, 2010 dalam Azzahra, 2018).

Kayu mahoni memiliki kualitas yang mendekati kualitas kayu jati sehingga sering dijuluki sebagai primadona kedua. Berdasarkan jenisnya, mahoni terdiri atas mahoni berdaun kecil (*Swietenia mahagoni*) dan mahoni berdaun lebar (*Swietenia macrophylla*). Kualitas kayu mahoni berdaun kecil lebih baik dibandingkan mahoni berdaun lebar (Kementerian Kehutanan, 2011 dalam Azzahra, 2018). Pohon mahoni dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Pohon Mahoni
Sumber: Deslisumatran.wordpress.com

2.4.2 Buah Mahoni

Buah mahoni berbentuk bulat telur, berlekuk lima dan berwarna coklat. Akar buah mengeras dengan ketebalan 5-7 mm, dibagian tengah mengeras seperti kayu dan berbentuk kolom dengan 5 sudut yang memanjang menuju ujung (Suhono, 2010 dalam Azzahra, 2018). Buah mahoni memiliki kandungan kimia

yaitu alkaloid, saponi, dan flavonoid (Taufik, 2006 dan Mursiti, 2009 dalam Azzahra, 2018)

Buah akan pecah dari ujung saat buah sudah matang dan kering, seperti pada gambar 2.4 di bawah. Dibagian dalam buah mahoni terdapat biji. Biji mahoni berbentuk pipih dengan ujung agak tebal dan berwarna cokelat tua. Biji menempel pada kolumela melalui sayapnya, meninggalkan bekas setelah benih terlepas, biasanya disetiap buah terdapat 35-45 biji mahoni (Adinugroho dan Sidiyasa, 2006 dalam Azzahra, 2018).



Gambar 2.4 Buah Mahoni
Sumber: Idntimes.com

2.4.3 Kulit Buah Mahoni

Kulit buah mahoni memiliki bentuk yang panjang, kulit bagian luar berwarna coklat kehitam-hitaman dan memiliki tekstur agak kasar, sementara saat masih muda, kulitnya berwarna keabu-abuan dengan tekstur yang halus seperti yang terlihat pada gambar 2.5. Kulit buah mahoni bisa digunakan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif yang dapat dimanfaatkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor karbon aktif dan meningkatkan produksi karbon aktif di Indonesia sehingga menambah nilai ekonomi pohon mahoni.



Gambar 2.5 Kulit Buah Mahoni
Sumber: Cakrawalamedia.co.id

