

BAB 2
www.itk.ac.id
TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan tinjauan pustaka yang berkaitan dalam penelitian daur ulang etanol dari hasil samping produksi propolis menggunakan metode distilasi adsorpsi.

2.1 Propolis

Propolis atau lem tawon, merupakan produk dari lebah madu berupa campuran kompleks antara lilin lebah, sedikit gula, dan getah pepohonan. Getah dapat berasal dari pohon, semak-semak, dan tumbuhan obat. Getah kemudian dicampur dengan air liur lebah dan lilin lebah sehingga menghasilkan zat yang kental seperti damar yang berwarna gelap kekuningan hingga coklat muda. Propolis digunakan untuk melapisi sarang lebah, mengisi retakan pada sarang, melindungi dari kontaminasi dari luar, melindungi dari rembesan air serta digunakan pada pintu masuk sarang agar tetap steril selama lebah keluar masuk sarang (Susilo,2009). Gambar 2.1 Menunjukkan gambar *raw* propolis



Gambar 2.1 Raw Propolis

(ebeehoney.com, diakses 09 Januari 2020)

Propolis merupakan salah satu obat tradisional yang telah dikenal sejak zaman dahulu kala. Molekul farmakologi aktif dalam propolis yaitu flavonoid dan *phenolic acids* serta ester memiliki pengaruh yang sangat kuat terhadap penghambatan pertumbuhan bakteri, jamur dan virus (Susilo,2009). Oleh sebab itu, propolis

memiliki sifat sebagai antibakteri, antivirus, dan dapat menghambat pertumbuhan kanker. Propolis telah dimanfaatkan sebagai obat atau suplemen, pencuci mulut, antiperadangan, dan mempercepat penyembuhan luka. (Fitriannur, 2009).

2.2 Komposisi Propolis

Komposisi propolis sangat bervariasi dan erat hubungannya dengan kondisi geografi, jenis, serta umur tanaman dan lokasi ditemukannya sarang lebah yang mengandung propolis. Faktor tersebut dapat mempengaruhi komposisi senyawa, warna dan aroma propolis yang berbeda (Lofty,2006). Pada umumnya, komposisi propolis terdiri dari 50% resin (fenol dan polifenol), 30% lilin (asam lemak, ikatan ester, rantai alkohol hidrokarbon), 10% minyak esensial, 5% pollen (protein dan asam amino seperti arginin dan prolin), serta 5% mineral (Fe dan Zn,Au, Ag, Cs, Hg, La dan Sb) dan senyawa organik lain (Susilo,2009). Jika berdasarkan analisis menggunakan metode GCMS yang dilakukan Greenaway, dkk (1990) terhadap propolis yang dihimpun oleh lebah yang berasal dari tumbuhan poplar, menunjukkan bahwa propolis mengandung senyawa asam amino, asam alifatik dan esternya, asam aromatik dan esternya, alkohol, aldehida, khalkon, dihidrokhalkon, flavanon, flavon, hidrokarbon, keton, dan terpenoid (Ramadhan, 2012).

Flavonoid merupakan salah satu golongan polifenol alam yang terbesar (Susilo,2009). Flavonoid dapat ditemukan pada tanaman, yang memproduksi pigmen berwarna kuning, merah, oranye, biru, dan warna ungu dari buah, bunga, dan daun (Arifin,2018). Flavonoid merupakan metabolit sekunder dari polifenol yang memiliki efek bioaktif termasuk antivirus, anti-inflamasi, antibakteri, kardioprotektif, antidiabetes, antikanker, anti penuaan, antioksidan (Qinghu dkk, 2016).

2.3 Etanol

Etanol merupakan istilah yang umum digunakan untuk alkohol atau biasa disebut "*grain alcohol*". Etanol merupakan cairan bening tidak berwarna yang memiliki aroma khas menyengat, mudah mengalir, mudah menguap dan mudah terbakar dengan api biru tanpa asap. Sifatnya larut dalam air, kloroform, eter, gliserol dan hampir semua pelarut organik (Fitriana, 2009). Etanol memiliki berat

molekul 46,07 g/mol, titik didih 78,4 °C dan memiliki titik azeotrop etanol – air 96 % (Soebagio,1980 dalam Saidi,2014).

2.4 Produksi Propolis dan Separasi Pelarut Etanol

Berdasarkan Akhmariadi, 2012, produksi propolis dapat dilakukan dengan menggunakan 2 kg *raw propolis* sarang lebah yang dihancurkan dan ditambah 10 liter etanol 96%. Proses ekstraksi dilakukan secara maserasi dengan bantuan agitator selama 8 jam dengan kecepatan 150 rpm. Filtrat (Ekstrak Etanol Propolis 96%) hasil ekstraksi disaring menggunakan vakum filter dengan kertas saring dengan diameter pori 10µm. Larutan ekstrak etanol propolis 96% ditambahkan aquadest hingga konsentrasi etanol menjadi 70% yang bertujuan membentuk endapan wax propolis. Larutan ekstrak alkohol propolis 70% di *aging* pada suhu 50°C selama 30 menit dan diletakan pada suhu ruang selama 15 menit sebelum disimpan di *freezer*. Endapan wax propolis disaring, lalu pH ekstrak etanol propolis 70% dinaikkan menjadi 6,4 dengan penambahan Natrium Karbonat (Na₂CO₃). Sebanyak 10 liter larutan ekstrak alkohol 70% yang telah dinaikkan pH nya ditambahkan 2 liter gliserol sebagai pelarut dalam proses distilasi yang dilakukan dengan menggunakan *bubbling vacuum evaporator* di suhu 65°C (Akhmariadi,2012). Regenerasi etanol yang diperoleh dari hasil distilasi dengan menggunakan *bubbling vacuum evaporator* belum diketahui nilai kadar etanolnya dan komponen yang terdapat dalam etanol sehingga perlu dilakukan pengujian terhadap % kadar etanol dan komponen yang terkandung pada etanol terlebih dahulu.

2.5 Penentuan Kadar Etanol dan Komposisi Etanol

Berdasarkan Farmakope Indonesia Edisi 5, penentuan kadar etanol dapat dilakukan dengan metode kromatografi gas cair. Metode kromatografi gas (GC) merupakan metode yang dinamis untuk pemisahan senyawa-senyawa organik yang mudah menguap dan senyawa-senyawa gas anorganik dalam suatu campuran. Sampel yang mudah menguap dan stabil terhadap panas akan bermigrasi melalui kolom yang mengandung fase diam dengan suatu kecepatan yang bergantung pada rasio distribusinya (McNair, *et al.*, 1998). Kromatografi gas merupakan metode

yang sering digunakan dalam pengukuran kadar etanol (analisa kuantitatif). (Benjaphokee dkk,2012).

Mekanisme kerja kromatografi gas yaitu gas dalam silinder baja bertekanan tinggi dialirkan melalui kolom yang berisi fase diam. Cuplikan dalam bentuk larutan, disuntikkan ke dalam aliran gas tersebut. Kemudian cuplikan dibawa oleh gas pembawa ke dalam kolom. Suatu detektor diletakkan di ujung kolom untuk mendeteksi jumlah komponen etanol. Hasil pendeteksian direkam dengan *recorder* dan dinamakan kromatogram yang berupa peak (Hendayana, 2006). *Flame – ionization detector* (FID) merupakan detektor yang memiliki sensitivitas baik. FID tidak sensitif terhadap bahan anorganik sehingga pelarut dapat diinjeksikan dan tidak mempengaruhi hasil kromatogram (Christian,2004). Instrumen GC-FID ditunjukkan pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Instrumen GC-FID

(Perkin Elmer, 2011)

GCMS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*) atau juga dikenal kromatografi gas spektrometri massa merupakan metode yang mengkombinasikan kromatografi gas (GC) dan spektrometri massa (MS) untuk mengidentifikasi senyawa yang berbeda dalam analisis sampel (analisa kualitatif). GC menggunakan kolom kapiler yang bergantung pada dimensi kolom serta sifat fase. Berdasarkan teori kromatografi, senyawa dalam gas pembawa yang dianalisis akan berinteraksi dengan fasa diam di dalam kolom, kemudian masing masing senyawa mengalami elusi yang berbeda beda sehingga dihasilkan waktu retensi yang berbeda beda.

Selanjutnya spektrometer massa (MS) memecah setiap senyawa menjadi fragmen terionisasi dan dideteksi dengan menggunakan rasio massa terhadap muatan sehingga senyawa dapat terdeteksi. Setiap senyawa memiliki keunikan, yaitu memiliki waktu retensi dan berat molekul yang berbeda. Pada instrumen GC, jika sampel mengandung banyak senyawa maka akan terlihat dari banyaknya puncak (*peak*) yang muncul dalam hasil GC dan % area tiap *peak* yang dihasilkan. Molekul-molekul tersebut memerlukan waktu retensi (*residence time*) yang berbeda untuk keluar dari instrumen GC. (balitkabi.litbang.pertanian.go.id, diakses 11 Februari 2020). Instrumen GCMS ditunjukkan pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Instrumen GCMS
(Perkin Elmer, 2011)

2.6 Metode Pemurnian Etanol

Proses pemurnian etanol dapat dilakukan dengan berbagai cara diantaranya *extractive distillation*, *pressure swing distillation*, teknologi membran, dan distilasi adsorptif (Jannah, 2016). Kelemahan dari metode *extractive distillation* yaitu membutuhkan *entrainer* yang berperan dalam mengubah tingkat asiri komponen. *Entrainer* memiliki harga yang mahal, biaya modal dan konsumsi energi yang tinggi, serta ketergantungan pada bahan kimia beracun (Tadayon dkk, 2014). Metode *pressure swing distillation* dilakukan pada tekanan yang berbeda untuk memurnikan suatu campuran dengan kadar melewati titik azeotropnya. Metode ini relatif kurang efektif dan memiliki resiko tinggi (Kumar dkk, 2010).

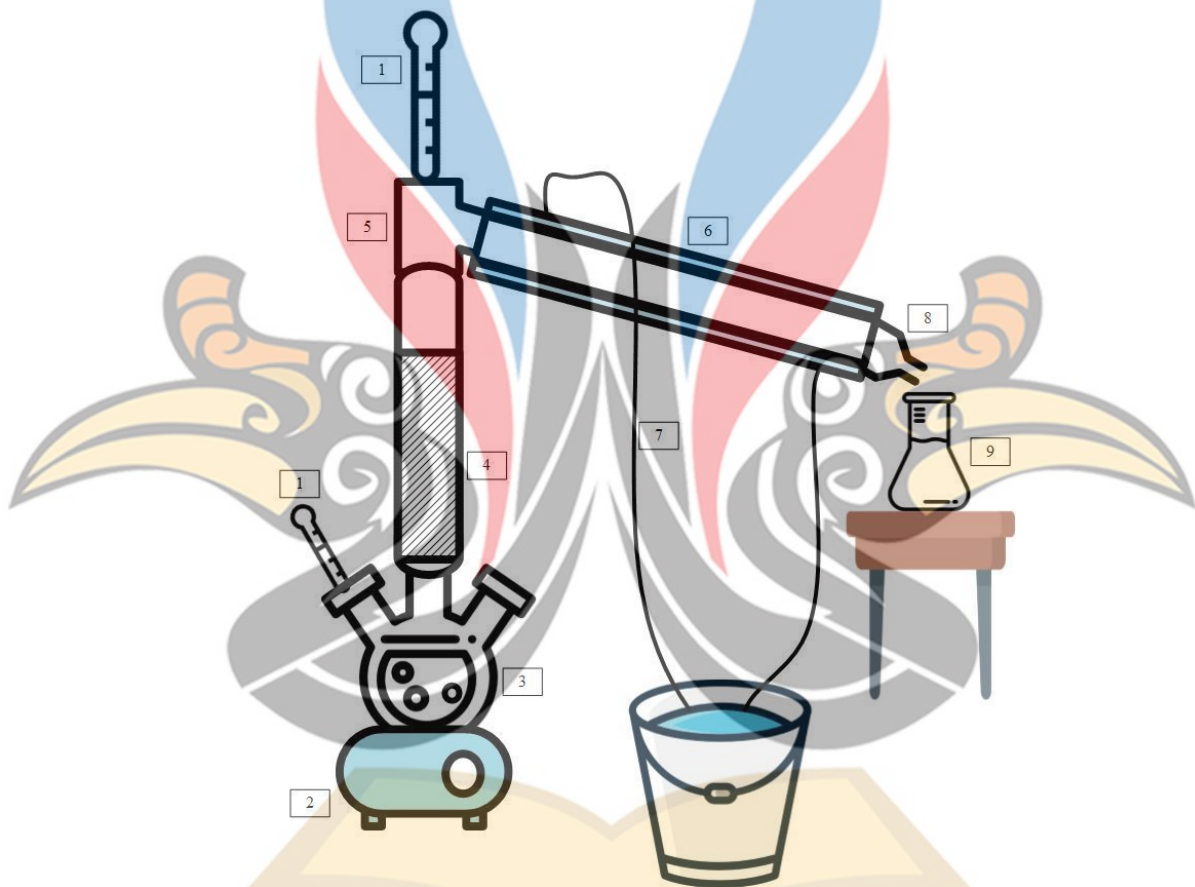
Teknologi membran didefinisikan sebagai selaput tipis semi permeabel yang bersifat selektif diantara 2 fasa, sehingga hanya komponen tertentu yang dapat menembus membran sedangkan komponen lainnya akan tertahan. Kelemahan dengan menggunakan teknologi membran adalah mahal dan tidak cocok untuk diaplikasikan pada pemisahan yang melibatkan konsentrasi yang tinggi (Al-Asheh, dkk 2004). Metode distilasi adsorptif merupakan metode untuk memurnikan campuran yang secara simultan uap campuran hasil distilasi diadsorpsi menggunakan *molecular* (Saidi, 2014). Taufanny dkk., (2015) menggunakan zeolit sintesis 3A dalam proses distilasi adsorptif sehingga kadar etanol dapat meningkat dari 92% v/v menjadi 99,5% v/v. Metode distilasi adsorpsi efektif dan lebih ekonomis jika dibandingkan dengan beberapa metode lainnya. Pada metode distilasi adsorptif, fase uap campuran etanol-air dilakukan terintegasi dengan distilasinya, jadi tidak perlu melakukan pemanasan dari awal untuk melakukan distilasi lanjut.

2.7 Distilasi Adsorpsi Etanol Hasil Samping Produksi Propolis

Distilasi adalah metode pemisahan yang didasarkan pada perbedaan titik didih untuk meningkatkan kemurnian suatu senyawa (Juwita, 2012). Etanol yang dihasilkan dengan metode distilasi memiliki kemurnian maksimal 96% dan kemudian membentuk campuran azeotrop (Harjono,2004). *Azeotrop* merupakan sistem campuran dua komponen kimia atau lebih pada perbandingan tertentu dimana komposisi tidak bisa diubah dengan distilasi biasa. Pemisahan campuran *azeotrop* memerlukan metode distilasi yang lebih kompleks agar hasil etanol murni bisa di peroleh. Adapun metode yang bisa digunakan untuk memperoleh kemurnian etanol tinggi adalah dengan menggunakan metode dehidrasi yang akan menghasilkan etanol dengan tingkat kemurnian lebih tinggi (Kusuma, 2009).

Metode adsorpsi adalah salah satu proses pemisahan bahan dari campuran gas atau campuran cairan, bahan harus dipisahkan oleh permukaan adsorben padat dan diikat oleh gaya-gaya yang bekerja pada permukaan yang besar. Pemilihan adsorben yang baik didasarkan pada luas permukaannya yang besar (Dyartanti dkk., 2012).

Distilasi adsorpsi merupakan metode pemisahan dimana distilasi dan adsorpsi dilakukan secara simultan seperti Gambar 2.4. Dalam proses ini terdapat 1 kolom distilasi dan 1 kolom adsorpsi. Etanol yang ingin dimurnikan dipanaskan dengan *heating mantle* dan uapnya akan melewati tumpukan adsorben pada kolom adsorpsi. Adsorben akan menyerap komponen pengotor baik asiri maupun *non* asiri yang memiliki ukuran lebih kecil dari pori adsorben sehingga kemurnian etanol akan meningkat. Selanjutnya uap etanol memasuki kolom distilasi dan kembali berubah fase menjadi cair (Silviana, 2008).



Gambar 2.4 Skema Distilasi Adsorpsi

(Penulis,2020)

Keterangan

- | | | |
|--------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| 1. Termometer | 4. Kolom Adsorpsi | 7. Selang |
| 2. <i>Heating Mantle</i> | 5. Adaptor Tiga Arah Distilasi | 8. Adaptor distilasi along |
| 3. Labu Leher Tiga | 6. Kondensor | 9. Erlenmeyer |

2.8 Zeolit Sintetis

Zeolit sintetis merupakan adsorben yang unik karena memiliki ukuran pori yang sangat kecil dan seragam jika dibandingkan dengan karbon aktif dan silika gel. Zeolit sintetis hanya mampu menyerap molekul molekul yang berdiameter sama atau lebih kecil dari diameter celah rongga, sedangkan molekul yang diameternya lebih besar dari pori zeolit akan tertahan dan hanya melintasi antar partikel (Khairinal, 2000). Zeolit sintetis berbeda dengan penyaring secara umum yang digunakan untuk menyaring molekul pada tingkatan tertentu (Khaidir, 2012). Sebagai contoh, air akan diserap oleh zeolit 3A karena memiliki ukuran partikel spesifik (ukuran molekul air 2,8 A dan etanol 4,4 A) (Fauzi dkk, 2012). Zeolit sintetis dapat dipilih sebagai adsorben karena tidak menyebabkan kontaminasi terhadap etanol yang dihasilkan. Zeolit sintetis ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Zeolit Sintetis 3A

(Penulis, 2020)

Dalam keadaan normal ruang hampa, di dalam kristal zeolit sintetis terisi molekul air. Bila zeolit sintetis dipanaskan, maka air tersebut akan keluar dari pori. Zeolit sintetis yang telah dipanaskan dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan (Khairinal, 2000). Berdasarkan percobaan yang dilakukan Fauzi, 2012, 1 gram zeolit sintetis mampu mengadsorb air di dalam larutan etanol sebanyak 0,181 gram (Rosita dkk., 2004 dalam Saidi 2014). Zeolit sintetis memiliki luas permukaan adsorpsi hingga $1000 \text{ m}^2/\text{g}$ (zeochem.com, Diakses : 10 Mei 2020).

Dalam penggunaan zeolit sebagai adsorben, dibutuhkan proses aktivasi. Proses ini diperlukan untuk meningkatkan daya serap zeolit dan menghilangkan

www.itk.ac.id

unsur pengotor. Secara umum terdapat tiga proses aktivasi yang dapat dilakukan terhadap zeolit, yaitu aktivasi secara fisika dengan pemanasan, aktivasi secara kimia dengan asam dan aktivasi secara kimia dengan basa. Namun untuk zeolit sintetis hanya dilakukan proses aktivasi secara fisika karena pada proses aktivasi secara kimia dapat mengubah struktur dari zeolit sintetis.

a. Aktivasi Fisika

Pemanasan bertujuan untuk menguapkan air yang terperangkap di dalam pori-pori kristal zeolit, sehingga luas permukaannya bertambah, serta menghilangkan zat-zat organik pengotor yang ada pada kerangka zeolit. Proses aktivasi dengan panas dapat dilakukan pada suhu antara 200-400 °C selama beberapa jam, tergantung besarnya kandungan unsur pengotor yang ada serta stabilitas zeolit terhadap panas. Stabilitas ini dipengaruhi oleh jenis mineral zeolit yang terkandung. Proses pemanasan zeolit dikontrol karena pemanasan yang berlebihan akan menyebabkan zeolit tersebut rusak (Saidi,2014).

b. Aktivasi Kimia

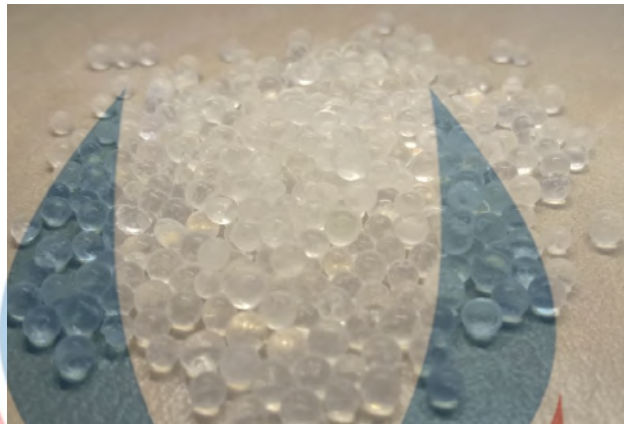
Aktivasi zeolit secara kimia dapat dilakukan dengan cara perendaman dan pengadukan dalam larutan kimia. Aktivasi bertujuan untuk membersihkan permukaan pori, membuang senyawa pengotor dan mengatur kembali letak atom. Proses aktivasi dengan asam pada umumnya dilakukan di larutan HCl. Proses aktivasi dengan asam dapat mengubah struktur adsorben dan menurunkan daya adsorpsi terhadap air. Proses aktivasi dengan basa pada umumnya dilakukan di larutan NaOH. Proses aktivasi dengan basa mampu meningkatkan daya adsorpsi terhadap air namun mengubah struktur adsorben (Saidi,2014).

2.9 Silika Gel

Silika gel merupakan salah satu adsorben yang sering digunakan dalam proses adsorpsi. Hal ini disebabkan karena silika mudah diperoleh dan sifat permukaan (struktur geometri pori dan sifat kimia pada permukaan) yang dapat dengan mudah dimodifikasi. Silika gel memiliki beberapa kelebihan, antara lain sangat inert, hidrofilik, dan biaya sintesis yang cukup rendah. Di samping itu, bahan ini memiliki kestabilan termal dan mekanik yang cukup tinggi, relatif tidak mengembang dalam

www.itk.ac.id

pelarut organik jika dibandingkan dengan padatan polimer organik (Sulastri,2010). Silika gel ditunjukkan pada Gambar 2.6



Gambar 2.6 Silika Gel Putih
(Penulis, 2020)

Silika gel merupakan silika amorf yang tersusun dari tetrahedral SiO_4 . Ukuran pori gel silika yaitu antara 3-4 Å, sehingga mampu menyerap molekul air yang memiliki diameter 2,8 Å (Silviana, 2008). Silika gel dapat menyerap kelembaban udara hingga 40% dari beratnya. Ketika silika dalam keadaan jenuh dengan air, gel silika dapat di aktivasi dengan pemanasan pada suhu 150°C (Perry, 2008). Silika gel memiliki luas permukaan adsorpsi sebesar 400 - 800 m^2/g (Grace Davison, 2010).

2.10 Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan senyawa *amorf* yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau arang yang diperlakukan secara khusus untuk mendapatkan daya adsorpsi yang tinggi. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap karbon aktif sangat besar, yaitu 25-100% terhadap berat karbon aktif (Darmawan, 2008). Karbon aktif yang baik harus memiliki luas permukaan yang besar sehingga daya adsorpsinya juga besar (Prabowo, 2009). 1 gram karbon aktif, pada umumnya memiliki luas permukaan seluas 500-1500 m^2 . Bahan baku yang dapat digunakan sebagai karbon aktif antara lain limbah serbuk gergaji, limbah potongan kayu, limbah industri

perkebunan sawit, tempurung kelapa, tanaman kayu hutan maupun bahan lain yang mengandung unsur karbon (chemtech.co.id, diakses 23 Mei 2020).

Secara umum, proses pembuatan karbon aktif terdiri dari 3 tahap yaitu dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi. Dehidrasi adalah proses penghilangan kandungan air yang terdapat dalam bahan baku karbon aktif dengan tujuan untuk menyempurnakan proses karbonisasi dan dilakukan dengan cara menjemur bahan baku di bawah sinar matahari atau memanaskannya dalam oven. Karbonisasi adalah proses pembakaran material organik. Karbonisasi akan menyebabkan terjadinya dekomposisi material organik bahan baku dan pengeluaran pengotor. Sebagian besar unsur non-karbon akan hilang pada tahap ini. Pelepasan unsur-unsur yang asiri ini akan membuat struktur pori-pori mulai terbentuk/pori-pori mulai terbuka. 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, dilakukan proses aktivasi untuk meningkatkan luas permukaan dan daya adsorpsi karbon aktif. Pada proses ini terjadi pelepasan hidrokarbon, tar, dan senyawa organik yang melekat pada karbon tersebut. (Ahmadpour, 1995; Lillo dkk, 2003; Manocha, 2003 dalam Shofa,2012). Proses aktivasi pada karbon aktif dapat dilakukan secara fisika dan kimiawi.

a. Aktivasi Fisika

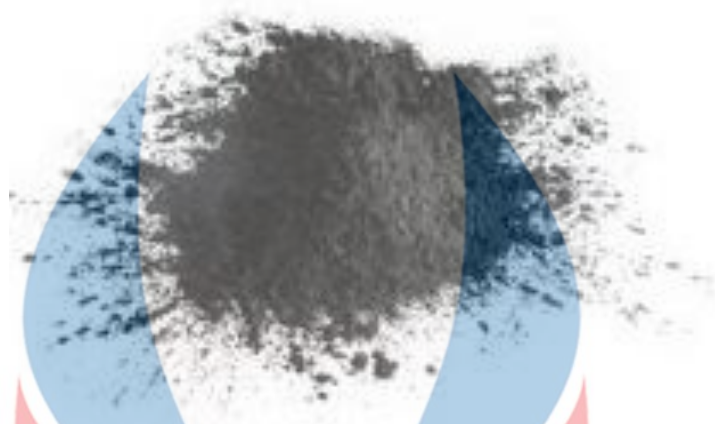
Proses pengaktifan secara fisika dilakukan dengan pembakaran karbon aktif dalam *furnace* dengan suhu 750°C selama 3 jam (Meisrilestari dkk, 2013).

b. Aktivasi Kimia

Proses pengaktifan secara kimia dilakukan dengan menambahkan senyawa kimia tertentu pada arang. Senyawa kimia yang dapat digunakan sebagai bahan pengaktif antara lain KCl, NaCl, ZnCl_2 , CaCl_2 , MgCl_2 , H_3PO_4 , Na_2CO_3 dan garam mineral lainnya (Meisrilestari dkk, 2013).

Berdasarkan penggunaannya, karbon aktif terbagi menjadi 2 jenis yaitu karbon aktif yang digunakan untuk fasa cair dan karbon aktif yang digunakan untuk fasa uap. Karbon aktif untuk fasa cair biasanya berbentuk serbuk seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7. Karbon aktif dibuat dari bahan yang memiliki berat jenis rendah seperti kayu, batubara lignit, dan bahan yang mengandung lignin

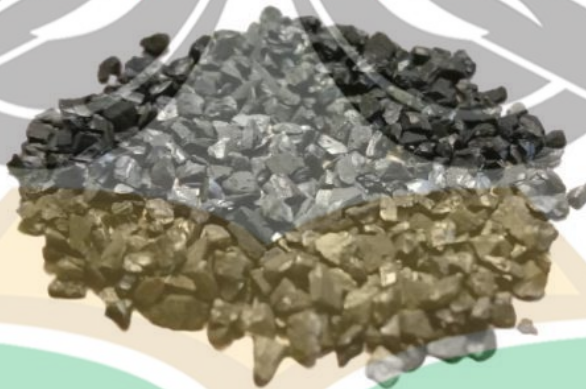
seperti limbah hasil pertanian. Karbon aktif jenis ini banyak digunakan untuk pemurnian larutan dan penghilangan rasa dan bau pada zat cair (Shofa,2012).



Gambar 2.7 Karbon Aktif Bentuk Serbuk

(karbon-aktif.com, diakses 23 Mei 2020)

Karbon aktif untuk fasa uap biasanya berbentuk butiran/granular seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.8. Karbon aktif jenis ini biasanya dibuat dari bahan yang memiliki berat jenis lebih besar seperti tempurung kelapa, batubara, dan residu minyak bumi. Karbon aktif jenis ini digunakan dalam adsorpsi gas dan uap misalnya adsorpsi emisi gas hasil pembakaran bahan bakar pada kendaraan seperti CO dan NO_x (Shofa,2012).



Gambar 2.8 Karbon Aktif Bentuk Granular

(Penulis, 2020)

Karbon aktif dipasarkan terbagi dalam tiga kelas yaitu kelas A dengan iodin 1000-1100, kelas B dengan iodin 900-1000 dan kelas C dengan iodin 700-800. Analisa kualitas karbon aktif khususnya yang dipakai untuk pengolahan air merujuk kepada parameter nilai iodin dimana defininisi nilai iodin adalah berapa mili gram

zat iodine yang bisa di serap oleh 1 gram karbon aktif. Semakin tinggi nilai iodine ,maka semakin bagus karbon aktif itu (chemtech.co.id, diakses 23 Mei 2020).

2.11 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 merupakan rangkuman daftar hasil penelitian yang telah dilakukan dalam beberapa tahun terakhir dan memiliki keterkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama dan Tahun Publikasi	Hasil
1	Akhmariadi, Andhika (2012)	Judul : <i>Scale Up</i> Produksi Propolis Cair dari Bahan Baku <i>Raw Propolis</i> dan Sarang Lebah Menggunakan <i>Bubbling Vacuum Evaporator</i> Hasil : Mampu me daur ulang etanol hingga setengah dari penggunaan awal etanol saat proses ekstraksi pada produksi propolis dengan menggunakan <i>bubbling vacuum evaporator</i>
2	Novitasari, Dewi, Djati Kusumaningrum (2012)	Judul : Pemurnian Bioetanol Menggunakan Proses Adsorpsi dan Distilasi Adsorpsi dengan Adsorbent Zeolit Hasil : Peningkatan kadar etanol dari kadar 80% menjadi 98,24% dengan metode distilasi adsorpsi menggunakan adsorbent zeolite 4 A sebanyak 100 gram
3	Saidi, David (2014)	Judul : Proses Dehidrasi Bioetanol Menggunakan Zeolit Teraktivasi NaOH dengan Variasi Konsentrasi dan Berat Zeolit Hasil : Peningkatan kadar bioetanol dari 29,8 %v/v menjadi 53,76%v/v dengan menggunakan zeolite teraktivasi NaOH 2 M

No	Nama dan Tahun Publikasi	Hasil
4	Jannah, R. Ainun (2016)	Judul : Distilasi Adsorptif Menggunakan Gel Silika pada Pemurnian Etanol Hasil : Konsentrasi etanol tertinggi yang diperoleh dari distilasi adsorpsi etanol 90,88% menggunakan adsorben gel silika putih, yaitu 96,671% sedangkan konsentrasi etanol menggunakan gel silika biru sebesar 95,662%.
5	Villarul, T. Nungky, dkk (2017)	Judul : Pemurnian Bioetanol hasil Fermentasi Nirah Nipah Menggunakan Proses Distilasi Adsorpsi Menggunakan Adsorben CaO Hasil : Peningkatan kadar bioethanol hasil fermentasi nirah nipah dari kadar 13% menjadi 99,7% dengan metode distilasi adsorpsi menggunakan adsorbent CaO

Sumber : Penulis, 2020

