

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Akasia mangium

Akasia mangium (*Acacia mangium* Willd.) tumbuh secara alami di hutan tropis lembab di Australia bagian timur laut, Papua Nugini dan Kepulauan Maluku kawasan timur Indonesia. Setelah berhasil di perkenalkan ke Sabah, Malaysia, pada pertengahan tahun 1960-an, mangium banyak di perkenalkan ke berbagai negara, termasuk Indonesia, Malaysia, Papua Nugini, Bangladesh, Cina, India, Filipina, Sri Lanka, Thailand dan Vietnam. Di Indonesia, jenis ini pertama kali di perkenalkan ke daerah selain Kepulauan Maluku pada akhir tahun 1970-an sebagai jenis pohon untuk program reboisasi (Haruni dkk., 2011).



Sumber : Tentangkayu.com. Diakses pada tanggal 18 Mei 2019.

Gambar 2.1 Kayu dan Daun Akasia mangium Willd.

Akasia mangium merupakan jenis tumbuhan yang banyak dijumpai di Indonesia terutama dijadikan bahan baku industri pulp dan dijadikan sebagai pohon peneduh. Pada industri pulp, pohon akasia menjadi bahan baku andalan bubur kertas karena mempunyai kadar selulosa tinggi dan mampu tumbuh dengan cepat.

Kayu mangium berwarna coklat pucat sampai coklat tua, coraknya polos atau berjalur-jalur berwarna gelap dan terang, teksturnya halus sampai agak kasar, kayunya agak keras sampai keras. Kayu akasia berpori soliter dan berganda radial 2-3

pori, parenkim tipe selubung, kadang-kadang berbentuk sayap pada pori berukuran kecil, jari-jari sempit, pendek dan agak jarang. Berat jenis (BJ) rata-rata 0,61 (0,43-0,66) dengan Kelas Awet III dan Kelas Kuat II-III (Mandang dan Pandit, 1997). Berikut klasifikasi *Acacia mangium* Willd.

Klasifikasi Tanaman Kayu *Acacia mangium* :

Kingdom	:	Plantae (Tumbuhan)
Subkingdom	:	Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	:	Spermatophyta (Menghasilkan biji)
Divisi	:	Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Kelas	:	Magnoliopsida (berkeping dua / dikotil)
Sub Kelas	:	Rosidae
Famili	:	Fabaceae (suku polong-polongan)
Genus	:	Acacia
Spesies	:	<i>Acacia mangium</i> Willd

Berdasarkan Statistik Produksi Kehutanan pada tahun 2015 produksi kayu bulat yang dihasilkan di Pulau Sumatera sebesar 26,53 juta m³.

Tabel 2.1 Jumlah dan Persentase Produksi Kayu Bulat Utama Pulau Sumatera, 2015

Jenis Kayu Bulat Utama	Jumlah (juta m3)	Persentase (%)
<i>Akasia/Acacia</i>	20,12	75,84
<i>Ekaliptus/Eucalyptus</i>	1,69	6,35
Karet/ <i>Hevea</i> /Rubber	0,49	1,85
Rimba Campuran/ Mixed Forest	0,20	0,76
Sub Jumlah Kayu Bulat Utama	22,50	84,81
Lainnya/ Others	4,03	15,19
Jumlah/ Total	26,53	100,00

Sumber : Statistik Produksi Kehutanan 2015

Sebagian besar dari produksi tersebut didominasi oleh kayu akasia, ekaliptus, karet/havea, dan rimba campuran, dengan total persentase sebesar 84,81 persen dari total produksi kayu bulat Pulau Sumatera tahun 2015 atau dengan volume sebesar 22,50 juta m³.

Berikut Komposisi Kimia Kayu mangium berdasarkan umur (Siagian, 1999) :

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Kayu Mangium Berdasarkan Umur

Komponen kimia (%)	Umur pohon								Klasifikasi		
	6	7	10	11	12	6 ²⁾	6 ³⁾	7 ²⁾	Tinggi	Sedan g	Rendah
Selulosa	52,12	50,69	50,58	50,53	50,82	53,07	57,55	63,02	45	40-45	40
Lignin	29,81	29,67	29,22	29,03	28,51	29,50	32,12	26,72	33	18-33	18
Pentosan	16,69	17,08	17,14	17,60	17,84	16,45	16,92	14,88	24	21-24	21
Kelarutan dalam Alkohol-benzena	6,77	6,25	4,81	4,38	4,90	3,70	5,53	3,98	4	2-4	2
NaOH 1%	16,48	16,25	17,19	18,94	16,30	14,04	12,40	10,52	-	-	-
Air dingin	3,44	4,85	4,58	4,50	3,87	2,53	2,70	4,36	-	-	-
Air panas	4,74	5,50	5,28	5,43	4,81	4,51	3,30	6,00	-	-	-
Abu	0,49	0,83	0,56	0,31	0,56	1,28	0,73	0,87	6	0,2-6	0,2
Silika	0,14	0,46	0,12	0,06	0,16	0,73	0,24	0,38	-	-	-

Keterangan :

- 1). Dinyatakan dalam persen terhadap bobot kayu kering oven
- 2). Kayu gmelina asal Jawa Barat, Siagian dan Komarayati, 1998
- 3). Kayu gmelina asal Kalimantan Timur, Siagian dan Komarayati, 1998
- 4). Kayu mangium asal Jawa Barat, Siagian dan Purba, 1992
- 5). Direktorat Jenderal Kehutanan (1976)

Kadar selulosa kayu mangium untuk semua umur apabila di klasifikasi berdasarkan Komposisi Kimia Kayu Indonesia untuk kayu daun lebar (Ditjen Kehutanan, 1976) seperti disajikan pada Tabel 2.2, maka termasuk kedalam kelas dengan kadar selulosa tinggi yaitu diatas 45%. Selulosa $(C_6H_{10}O_5)_n$ adalah polimer berantai panjang polisakarida karbohidrat, dari β -glukosa.

Pada awalnya pohon akasia sebagian besar digunakan untuk konsumsi pabrik kertas. Terdapat banyak hutan khusus untuk pabrik kertas sehingga pohon yang baru berumur 3-5 tahun pun (diameter 15-20 cm) sudah bisa ditebang. Di dalam pemanfaatan kayu akasia mangium maka terdapat limbah yang cukup banyak dalam berbagai bentuk salah satunya ialah serbuk gergajian kayu A. mangium. Padahal gergajian kayu masih menyimpan potensi untuk dimanfaatkan kembali, seperti

dibuat arang aktif atau karbon aktif karena mengandung polifenol alam berupa zat tannin, saponin dan kadar selulosa tinggi. Di Kalimantan terdapat pabrik karbon aktif yang menggunakan bahan baku serbuk gergajian kayu, tetapi akhir-akhir ini mengalami kesulitan bahan baku sehingga perlu dicari alternatif bahan baku lain.

2.2 Karbon Aktif

Karbon aktif atau arang aktif merupakan suatu jenis padatan yang memiliki pori dan luas permukaan yang cukup besar. Arang dibuat dan diolah secara khusus melalui proses aktivasi, sehingga pori-porinya terbuka dan dengan demikian mempunyai daya serap yang besar terhadap zat-zat lainnya, baik dalam fase cair maupun dalam fase gas. Permukaan karbon aktif bersifat nonpolar. Karbon aktif merupakan karbon amorf dengan luas permukaan sekitar 300 sampai 2000 m²/gr (Azhary dan Fuadi, 2008).

Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, dimana semakin kecil pori-pori karbon aktif maka luas permukaannya akan semakin besar (Noer, dkk. 2014). Karbon aktif dapat dibuat dari semua bahan yang mengandung karbon, baik yang organik maupun anorganik dengan syarat bahan tersebut mempunyai struktur berpori seperti batubara, kayu dan tempurung kelapa.

2.2.1 Penggunaan Karbon Aktif

Saat ini karbon aktif telah banyak dimanfaatkan secara luas dalam industri kimia, makanan/minuman dan farmasi. Umumnya karbon aktif digunakan sebagai bahan penyerap, pengolahan limbah cair atau gas, dan banyak juga digunakan dalam proses pemurnian air baik dalam proses air minum maupun dalam penanganan limbah. Dalam jumlah kecil digunakan juga sebagai katalisator.

Kegunaan arang aktif dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel. 2.3 Kegunaan Arang Aktif

Maksud/Tujuan	Pemakaian
UNTUK GAS	
1. Pemurnian gas	Desulfurisasi, menghilangkan gas beracun, bau busuk, asap, menyerap racun.
2. Pengolahan LNG	Desulfurisasi dan penyaringan berbagai bahan mentah dan reaksi gas
3. Katalisator	Reaksi katalisator atau pengangkut vinil klorida, dan vinil acetat
4. Lain-lain	Menghilangkan bau dalam kamar pendingin dan mobil
UNTUK ZAT ZAIR	
1. Industri obat dan makanan	Menyaring dan menghilangkan warna, bau, rasa yang tidak enak pada makanan
2. Minuman ringan, minuman keras	Menhilangkan warna, bau pada arak/minuman keras dan minuman ringan
3. Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah, zat perantara
4. Pembersih air	Menyaring/menghilangkan bau, warna, zat pencemar dalam air, sebagai pelindung dan penukaran resin dalam alat/penyulingan air
5. Pembersih air buangan	Mengatur dan membersihkan air buangan dan pencemar, warna, bau, logam berat
6. Pelarut yang digunakan kembali	Penarikan kembali berbagai pelarut, sisa methanol, etil asetat dan lain-lain
LAIN-LAIN	
1. Pengolahan pulp	Pemurnian, menghilangkan bau
2. Pengolahan pupuk	Pemurnian
3. Pengolahan emas	Pemurnian
4. Penyaringan minyak makan dan glukosa	Menghilangkan bau, warna dan rasa tidak enak

Sumber : PDII LIPI, 2004

2.2.2 Jenis-Jenis Karbon Aktif

Berdasarkan bentuknya, karbon aktif dapat dibedakan menjadi tiga golongan, yaitu (Sukir, 2008) :

1. Bentuk serbuk



Sumber : Cahyo, 2015

Gambar. 2.2 Karbon Aktif Berbentuk Serbuk

Karbon aktif berbentuk serbuk dengan ukuran lebih kecil dari 0,18 mm (80#). Biasanya digunakan dalam pengaplikasian fasa cair dan gas seperti pada industri pengolahan air minum, industri farmasi terutama untuk pemurnian monosodium glutamate, bahan tambahan makanan, penghilang warna asam furan, pengolahan pemurnian jus buah, pemurnian asam sitrat, asam tartarik, pemurnian glukosa dan pengolahan zat pewarna tinggi.

2. Bentuk *granular*



Sumber : Cahyo, 2015

Gambar 2.3 Karbon Aktif Berbentuk *Granular*

Karbon aktif bentuk granular/tidak beraturan dengan ukuran 0,2-0,5 mm. jenis ini juga umumnya digunakan dalam pengaplikasian fasa cair dan gas seperti pemurnian emas, pengolahan air, air limbah dan air tanah, pemurnian pelarut dan penghilang bau busuk.

3. Bentuk *pellet*



Sumber : Syahriahmad, 2012

Gambar 2.4 Karbon Aktif Berbentuk *Pellet*

Karbon aktif berbentuk *pellet* dengan diameter 0,8-5 mm. Kegunaan utamanya untuk pengaplikasian pada fasa gas karena mempunyai tekanan yang rendah, kekuatan mekanik tinggi serta kadar abu rendah. Seperti untuk pemurnian udara, kontrol emisi, tromol otomotif, penghilang bau kotoran, dan pengontrol emisi pada gas buang.

Berdasarkan pori-porinya, karbon aktif dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu (Sukir, 2008) :

1. Makropori, merupakan bagian paling luar dari karbon aktif, dengan jari-jari lebih besar dari 50 nm dan volume pori-pori 0,2-0,5 cm³/gr serta luas permukaan 0,2-2 m²/gr.
2. Mesopori, memiliki jari-jari 2-50 nm dengan volume pori-pori mencapai 0,02-0,01 cm³/gr dengan luas permukaan 1-100 m²/gr. Mesopori merupakan cabang setelah makropori dan berfungsi sebagai sarana transportasi.
3. Mikropori, merupakan pori-pori terkecil dengan jari-jari kurang dari 2 nm dengan volume pori 0,15-0,5 cm³/gr dan luas permukaan mencapai 100-1000 m²/gr.

Berdasarkan fungsinya, karbon aktif dibedakan menjadi dua, yaitu (Setyaningsih, 1995) :

1. Karbon penyerap gas (gas adsorbent carbon) digunakan untuk menyerap kotoran berupa gas. Pori-pori yang terdapat pada karbon jenis ini adalah mikropori yang dapat menyebabkan molekul gas akan mampu melewatinya, sedangkan molekul dari cairan tidak bias melewatinya. Karbon jenis ini dapat ditemui pada karbon tempurung kelapa.

2. Karbon fasa cair (liquid-phase carbon) digunakan untuk menyerap kotoran atau zat yang tidak diinginkan dari suatu cairan atau larutan. Jenis pori-pori dari karbon ini adalah makropori yang memungkinkan molekul besar untuk masuk. Karbon jenis ini biasanya berasal dari batubara dan selulosa.

2.2.3 Proses Pembuatan Karbon Aktif

1. Dehidrasi

Dehidrasi bertujuan untuk menghilangkan air yang terkandung di dalam bahan baku, biasanya dengan menjemur di bawah sinar matahari atau pemanasan di dalam oven sampai diperoleh bobot konstan. Dari proses dehidrasi ini diperoleh bahan baku yang kering. Hal ini disebabkan oleh kandungan air dalam bahan baku semakin sedikit (Miranti, 2012).

2. Karbonisasi

Karbonisasi atau pengarangan adalah suatu proses pirolisis (pembakaran) tak sempurna dengan udara terbatas dari bahan yang mengandung karbon. Dasar karbonisasi adalah pemanasan, hal ini menyebabkan struktur pori terbentuk. Tujuan utama dari proses ini adalah untuk menghasilkan butiran yang mempunyai daya serap dan struktur yang rapi.

Proses karbonisasi merupakan proses dimana komponen yang mudah menguap akan terlepas dari karbon dan karbon akan membentuk pori-pori. Pada proses karbonisasi banyak elemen non karbon seperti oksigen, hydrogen dan nitrogen dihilangkan sebagai volatile gas dengan dekomposisi pirolitik pada material awal (Bansal, R.C & Goyal, M. 2005).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses karbonisasi (Kurniati, E. 2008) :

1. Waktu Karbonisasi

Semakin lama waktu karbonisasi maka hasil pirolisis (pembakaran) yang dihasilkan semakin sempurna karena semakin banyaknya atom C yang terbentuk.

2. Suhu Karbonisasi

Suhu karbonisasi berpengaruh terhadap hasil pengarangan karena semakin tinggi suhu, arang yang diperoleh akan semakin berkurang tetapi hasil cairan dan gas akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan makin banyaknya zat-zat terurai dan yang teruapkan.

3. Aktivasi

Aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori, dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang tersebut mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia. Hal ini dapat membuat luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Sembiring, 2003).

Metode aktivasi yang umum digunakan dalam pembuatan karbon aktif adalah :

1. Aktivasi Secara Kimia

Aktivasi secara kimia merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia (Sembiring, 2003). Aktivasi ini biasanya menggunakan bahan-bahan pengaktif seperti garam Kalsium Klorida (CaCl_2), Magnesium Klorida (MgCl_2), Seng Klorida (ZnCl_2), Natrium Hidroksida (NaOH), Kalium Hidroksida (KOH), Natrium Karbonat (Na_2CO_3), Natrium Klorida (NaCl), Asam Phospat (H_3PO_4), Asam Nitrat (HNO_3), Hidrogen Peroksida (H_2O_2), Kalium Permanganat (KMnO_4), Ammonia Sulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan Asam Klorida (HCl).

Siti Salamah (2008), menyebutkan bahwa semakin besar konsentrasi zat aktivasi maka daya serap karbon yang dihasilkan juga akan semakin besar. Tetapi pada penggunaan konsentrasi yang terlalu tinggi juga akan mendegradasi atau merusak selulosa yang mengakibatkan daya serap karbon akan menurun.

2. Aktivasi Secara Fisika

Aktivasi fisika merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dan CO_2 (Sembiring, 2003). Metode secara fisika antara lain dengan menggunakan uap air, karbon dioksida, oksigen dan nitrogen. Gas-gas tersebut akan berfungsi untuk mengembangkan struktur rongga yang terdapat pada arang sehingga dapat memperluas permukaannya dan membuang produksi tar atau hidrokarbon pengotor pada arang.

Prinsipnya adalah pemberian uap air atau gas CO_2 pada arang yang telah dipanaskan. Arang yang telah dihaluskan dimasukkan kedalam tungku aktivasi lalu dipanaskan pada suhu $800\text{--}1000^\circ\text{C}$. Selama pemanasan, uap air atau gas CO_2 dialirkan kedalamnya. Pada suhu dibawah 800°C , oksigen uap air ataupun gas CO_2 berlangsung sangat lambat, sedangkan pada suhu diatas 1000°C dapat menyebabkan kerusakan pada susunan kisi-kisi heksagonal (Rumidatul, Alfi 2006).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses aktivasi (Kurniati, 2008) :

1. Waktu Perendaman

Perendaman dengan bahan aktivasi ini dimaksudkan untuk menghilangkan atau membatasi pembentukan lignin, karena adanya lignin dapat membentuk senyawa tar. Waktu perendaman untuk bermacam-macam zat tidak sama (Kurniati, 2008).

Misalnya Sani (2011) melakukan penelitian pembuatan karbon aktif dari tanah gambut dengan aktivator H_2SO_4 didapat waktu aktivasi yang optimum yaitu 2,5 jam. Salamah (2008) melakukan penelitian yaitu pembuatan karbon aktif dari kulit buah mahoni dengan aktivator KOH dan didapat waktu perendaman optimum selama 4 jam.

2. Konsentrasi Aktivator

Semakin tinggi konsentrasi larutan kimia aktivasi maka semakin kuat pengaruh larutan tersebut untuk mengikat senyawa-senyawa tar sisa

karbonisasi keluar melewati mikro pori-pori dari karbon sehingga permukaan karbon semakin porous yang mengakibatkan semakin besar daya adsorpsi karbon aktif (Kurniati, 2008).

3. Ukuran Bahan

Semakin kecil ukuran bahan maka akan semakin cepat perataan keseluruhan umpan sehingga pirolisis berjalan dengan sempurna.

2.3 Kalium Hidroksida

Kalium hidroksida merupakan senyawa anorganik dengan rumus kimia KOH. Lain halnya dengan Sodium Hidroksida, KOH merupakan basa kuat prototipikal dan banyak diaplikasikan didunia industri. KOH biasanya digunakan untuk mengeksploitasi kereaktifan terhadap asam dan sifat-sifat korosif pada bahan kimia.



Sumber : Krisnadwi, 2014

Gambar 2.5 Kalium Hidroksida (KOH)

Tabel 2.4 Sifat Fisika dan Sifat Kimia Kalium Hidroksida

Sifat Fisika	Sifat Kimia
Merupakan padatan	Bersifat korosif
Berwarna putih	Secara cepat menyerap air di udara
Titik didih 1320°C	Stabil pada suhu dan tekanan standar
Berat molekul 56,11 g/mol	Bereaksi hebat dengan air
Tidak berbau	Tidak dapat terbakar

2.4 Katalis

Katalis merupakan zat yang dapat mempercepat reaksi tanpa ikut bereaksi dan pada akhir reaksi dilepaskan kembali dalam bentuk semula.

Kebanyakan katalis yang digunakan untuk pembuatan metil ester (biodiesel) adalah katalis homogen. Namun katalis homogen ini memiliki banyak kekurangan seperti sulit dipisahkan dari produknya karena katalis ini larut dalam biodiesel dan larut sempurna dalam gliserol, dapat menyebabkan korosi pada resin serta mencemari lingkungan.

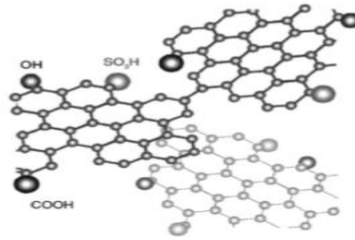
Bahan karbon telah sering digunakan sebagai katalis. Karbon aktif telah sering digunakan pada beberapa proses katalitik heterogen (Lazaro, Ascaso, dkk., 2013). Dari beberapa penyangga katalis heterogen, karbon aktif memiliki banyak keuntungan seperti ketersediaannya, dimana sebagian besar adalah limbah pertanian, biaya yang rendah dan stabilitasnya pada tekanan dan temperatur yang rendah (Konwar, dkk. 2014).

Sebagian besar industri kimia menggunakan katalis heterogen. Katalis basa heterogen merupakan katalis yang mempunyai fasa yang tidak sama dengan reaktan atau produk. Jenis katalis basa heterogen yang dapat digunakan pada reaksi transesterifikasi adalah MgO, CaO, SrO, dll. Keuntungan menggunakan katalis ini adalah mempunyai aktivitas yang tinggi, kondisi reaksi yang ringan, biaya katalis yang rendah, tidak korosif, ramah lingkungan dan menghasilkan sedikit masalah pembuangan, dapat dipisahkan dari larutan produksi sehingga dapat digunakan kembali (Mahreni dan Sulistyawati, 2011)

Karbon aktif digunakan sebagai penyangga bahan aktif (asam atau basa) untuk reaksi transesterifikasi (Dejean, 2017). Pada umumnya, katalis asam berbasis karbon aktif dipersiapkan dari proses sulfonasi bahan karbon, sehingga dapat memberikan aktivitas katalitik yang tinggi dan stabil (Fu, 2013).

Dari beberapa penelitian yang menggunakan katalis asam padatan yang berbeda untuk memproduksi biodiesel, karbon tersulfonasi atau karbon yang mengandung gugus $-SO_3H$ dinilai lebih aktif dan bersifat ekonomis, dimana penelitian ini memakai H_2SO_4 sebagai asam kuat (Konwar, dkk 2016). Karbon

aktif juga dapat digunakan untuk katalis aktif seperti CaO dan KOH dengan impregnasi dari larutan kimia (Konwar, Jutika, 2014). Adapun ikatan yang terjadi pada proses sulfonasi karbon ditunjukkan oleh Gambar 2.6.



Sumber : Konwar, 2014

Gambar 2.6 Struktur Karbon Tersulfonasi

Tabel 2.5 Penelitian yang telah dilakukan tentang penggunaan katalis berbasis karbon aktif ya

No	Nama Peneliti	Katalis	Variabel	Hasil
1	Dejean, et al. 2017	Shea nut shell based catalyst for the production of ethanolic biodiesel	Karbon Aktif dari Date Pits Shea Nut Shell diimpregnasi KOH	Variabel tetap : Waktu karbonisasi 120 menit Variabel berubah : suhu karbonisasi 400-650°C. Rasio KOH terhadap karbon aktif ialah 3,5%-39%
2	Abu-Jrai, et al. 2017	Valorization of waste Date pits biomass for biodiesel production in presence of green carbon catalyst	Karbon Aktif dari Date Pits Biomass diimpregnasi KOH	Variabel tetap = massa katalis 5 gram Variabel berubah : Waktu reaksi = 40, 60, 80 menit, perbandingan molar minyak : metanol = 1:9, 1:12, 1:15, KOH pada karbon aktif (2%wt; 4%wt; 6%wt), suhu reaksi : 60, 65, 70°C
3	Dhawane, et al. 2016	Biodiesel synthesis from Hevea brasiliensis oil employing carbon supported heterogeneous catalyst: Optimization by Taguchi method	Karbon Aktif dari Flampoyant pods diimpregnasi KOH	Variabel tetap: massa katalis pada transesterifikasi 5 gram Variabel berubah : Suhu reaksi = 45, 55, 65°C, waktu reaksi = 60, 90, 120 menit., jumlah katalis KOH pada karbon aktif = 1,5%, 3,5%, 5% (b/b) perbandingan Molar metanol : minyak = 7:1, 11:1, 15:1
4	BarossoBogeat, et al. 2014	Preparation of activated carbonmetal oxide hybrid catalysts : textural characterization	Karbon aktif komersial yang diimpregnasi dengan $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Variabel tetap : rasio karbon aktif dengan logam oksida ialah 1:1, suhu impregnasi 80°C, kecepatan pengadukan 100 rpm selama 5 jam Variabel berubah : suhu kalsinasi 200°C atau 850°C

5	Baroutian, et al. 2010	Potassium hydroxide catalyst supported on palm shell activated carbon for transesterification of palm oil	Karbon aktif dari cangkang kelapa sawit diimpregnasi KOH	Variabel tetap : waktu reaksi 1 jam, Variabel berubah : konsentrasi KOH 0,025 sampai 0,5 g/ml; suhu transesterifikasi 50 oC-65 oC; perbandingan molar minyak : metanol = 1:6 – 1:24; persen katalis 10,29% - 57,56%
---	---------------------------	---	--	---

2.5 Impregnasi Pada Karbon Aktif

Penyiapan katalis basa yang disangga dengan karbon dapat dilakukan dengan tiga tahapan, yaitu kalsinasi, *wet impregnation* dan aktivasi. Kalsinasi dipengaruhi oleh suhu sesuai dengan jenis bahan baku yang digunakan.

Impregnasi basah adalah sebuah perlakuan kimia dengan berbagai variasi campuran logam aktif dengan larutan. Garam logam basa yang kuat dan senyawaan oksida yang dapat digunakan dalam impregnasi (perendaman) antara lain NaOH, KOH dan CaO. Ketika diimpregnasi, garam logam akan terdifusi ke dalam pori katalis penyangga. Hal ini menyebabkan bahan yang telah selesai di impregnasi harus di kalsinasi atau dilakukan aktivasi panas untuk menghilangkan kelembaban dan bahan volatil yang dapat menutup permukaan katalis. Aktivitas katalitik dengan katalis penyangga memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibanding dengan katalis yang tidak berpenyangga (Abdullah, dkk., 2018).

Penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan katalis KOH yang disangga oleh karbon aktif dari cangkang kelapa sawit memiliki kekurangan juga yaitu kemampuan digunakan kembali yang rendah, harus menggunakan jumlah katalis yang besar dan perbandingan molar pada sintesis biodiesel yang besar (Lazaro, dkk. 2015). Pembuatan katalis yang mengandung kation K^+ dilakukan dengan cara impregnasi (perendaman) karbon aktif dalam larutan KOH dengan konsentrasi tertentu. Sebelumnya, gergajian kayu mangium yang telah dibersihkan dijadikan karbon aktif secara fisika, yaitu pemanasan pada suhu 500°C selama 5 jam. Karbon aktif tersebut akan di impregnasi selama 24 jam dalam suhu kamar dengan kecepatan pengadukan yang konstan sebesar 250 rpm.

2.6 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Impregnasi Pada Karbon Aktif

Suhu dan pirolisis, perbandingan impregnasi dan sifat dari bahan baku pengaktivasi mempengaruhi karakteristik dari karbon aktif yang dihasilkan melalui aktivasi kimia, meliputi banyaknya karbon yang dihasilkan, luas permukaan spesifik dan sisi aktif karbon (Dejean, 2017).

Dalam proses impregnasi, faktor-faktor yang mempengaruhi antara lain :

1. Rasio impregnasi

Perbandingan impregnasi KOH merupakan faktor yang mempengaruhi % kalium pada katalis. Rasio impregnasi KOH yang semakin tinggi, menyebabkan % kalium pada katalis juga semakin tinggi. Kenaikan perbandingan impregnasi dan perlakuan panas dapat menyebabkan destruksi struktu karbon dan meningkatkan massa karbon yang hilang ketika dibakar, kemungkinan terjadinya dekomposisi dari bahan awal, disperse yang buruk, interaksi katalitik dari bahan aktif dengan penyangga yang lemah. Penelitian yang telah dilaporkan menggunakan rentang konsentrasi dari bahan pengaktivasi dari 10% sampai >100% (pada basis berat bahan penyangga) (Dejean, 2017).

2. Waktu Impregnasi

Waktu impregnasi menandakan waktu kontak antara karbon aktif dengan larutan untuk menyerap suatu logam. Semakin lama waktu kontak maka semakin banyak logam yang teradsorpsi karena semakin banyaknya kesempatan partikel arang aktif untuk bersinggungan dengan logam, hal ini menyebabkan semakin banyak logam yang terikat di dalam pori-pori arang aktif. Telah diketahui bahwa lamanya waktu kontak atau waktu adsorpsi antara adsorbat dengan adsorben sangat mempengaruhi proses adsorpsi itu sendiri (Yuniar, dkk., 2015). Sejauh ini, waktu impregnasi dengan larutan KOH yang pernah dilaporkan adalah 24 jam (Abu-Jrai, dkk 2017., Dhawane, dk 2016., Pillai, dkk 2016).

3. Suhu Karbonisasi

Rentang suhu karbonisasi yang memungkinkan berada antara 400°C dan 900°C. Suhu yang lebih tinggi meningkatkan massa biomassa yang hilang. Massa terhilang tidak terlalu signifikan pada suhu antara 500°C dan 800°C. Karbonisasi dengan menggunakan rentang suhu ini menyebabkan biomassa tidak dapat terkonversi menjadi karbon (Dejean, 2017). Sejauh ini suhu karbonisasi yang telah dilaporkan untuk membuat karbon aktif dari biomassa yang akan diimpregnasi dengan KOH ialah 500°C (Abu-Jrai, dkk 2017., Dhawane, dkk 2016).

2.7 Biodiesel

Biodiesel merupakan sumber bahan bakar alternatif pengganti solar yang terbuat dari minyak tumbuhan atau lemak hewan, tidak mengandung sulfur dan tidak beraroma. Proses pembuatan biodiesel berbahan baku CPO dan metanol dengan katalis basa heterogen diperoleh dari karbon aktif dengan memanfaatkan gergajian kayu akasia mangium.

Kelapa sawit (*Elaeis*) adalah tumbuhan industri penting penghasil minyak masak, minyak industri, maupun bahan bakar (biodiesel). Minyak kelapa sawit diperoleh dari pengolahan buah kelapa sawit (*Elaeis guinensis*). Secara garis besar buah kelapa sawit terdiri dari serabut buah (pericarp) dan inti (kernel). Minyak kelapa sawit (CPO) mempunyai karakteristik yang khas dibandingkan dengan minyak nabati lainnya seperti minyak kacang kedelai, minyak biji kapas, minyak jagung dan minyak biji bunga matahari.

Tabel. 2.6 Karakteristik Biodiesel dengan Standar Mutu Biodiesel SNI 0-7182-2006

No	Parameter	Satuan	SNI Biodiesel
1	Densitas pada 40°C (ASTM D 1298)	Kg/m ³	850-890
2	Viskositas kinematik pada 40°C (ASTM D 445)	mm ² /s (cSt)	2,3-6,0
3	Titik Nyala	°C, min	100
4	Angka setana (ASTM D 613 atau ASTM D 6890)	min	51
5	Angka asam (AOCS Cd 3d-63 atau ASTM D 664)	mg/KOH/g, maks	0,5

Minyak goreng bekas (minyak jelantah) adalah minyak limbah yang bias berasal dari jenis-jenis minyak goreng seperti halnya minyak jagung, minyak sayur, minyak samin dan sebagainya. Minyak ini merupakan minyak bekas pemakaian kebutuhan rumah tangga, biasanya dapat digunakan kembali untuk keperluan kuliner. Akan tetapi apabila ditinjau dari komposisi kimianya, minyak goreng bekas atau minyak goreng bekas yang sudah dipakai beberapa kali penggorengan mengandung senyawa-senyawa yang bersifat karsinogenik yang terjadi selama proses penggorengan. Jadi pemakaian minyak jelantah atau minyak goreng bekas yang

berkelanjutan dapat merusak kesehatan manusia, menimbulkan penyakit kanker serta dapat mengurangi kecerdasan generasi berikutnya. Untuk itu perlu penanganan yang tepat agar limbah minyak jelantah ini dapat bermanfaat dan menimbulkan kerugian dari aspek kesehatan manusia dan lingkungan.

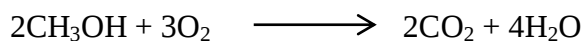
Berdasarkan hasil evaluasi kelayakan beberapa bahan baku biodiesel oleh Ruhyat dan Firdaus (2006) telah menentukan bahwa jenis minyak nabati yang paling layak digunakan sebagai bahan baku biodiesel adalah minyak goreng bekas (minyak jelantah). Pengolahan biodiesel dari minyak jelantah merupakan cara yang efektif untuk menurunkan harga jual biodiesel karena murah biaya bahan baku (Zhang, Y., Dub_e, M.A., McLean, D.D., Kates, M., 2003). Selain itu pemanfaatan limbah minyak goreng dapat juga mengatasi masalah pembuangan limbah minyak dan kesehatan masyarakat.

2.8 Metanol

Pada pembuatan biodiesel memerlukan alcohol untuk memecahkan rantai trigliserida yang terkandung didalam minyak nabati. Alcohol yang biasa digunakan adalah methanol dan etanol. Methanol juga dikenal sebagai metil alkohol, wood acohol atau spritus, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH_3OH . Metanol merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada keadaan atmosfer, metanol berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol).

Metanol digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar dan sebagai bahan additif bagi industri etanol. Metanol diproduksi secara alami oleh metabolisme anaerobik oleh bakteri. Hasil proses tersebut adalah uap metanol (dalam jumlah kecil) diudara. Setelah beberapa hari, uap metanol tersebut akan teroksidasi oleh oksigen dengan bantuan sinar matahari menjadi karbon dioksida dan air.

Reaksi kimia metanol yang terbakar diudara dan membentuk karbon dioksida dan air adalah sebagai berikut (Maharani Nurul Hikmah, 2010) :



Api dari metanol biasanya tidak berwarna. Oleh karena itu, kita harus berhati-hati bila berada didekat metanol yang terbakar untuk mencegah cedera akibat api yang tidak terlihat. Karena sifatnya yang beracun, metanol sering digunakan sebagai bahan aditif bagi pembuatan alkohol untuk penggunaan industri. Metanol kadang juga disebut sebagai wood alcohol karena dahulu merupakan produk samping dari destilasi kayu. Tahap pembentukan metanol adalah endotermik dan tahap sintesisnya adalah eksotermik (Maharani Nurul Hikmah, 2010).

Sifat-sifat fisik dan kimia metanol didapat dilihat pada Tabel 2.5 berikut :

Tabel 2.7 Sifat-Sifat Fisik dan Kimia Metanol

Sifat	Keterangan
Massa molar	32,04 g/mol
Wujud	Tidak berwarna
Spesifik Gravity	0,7918
Titik leleh	-97°C
Titik didih	64,6°C
Kelarutan	Larut dalam air
Derajat keasaman	15,5

Sumber : Perry's Chemical Engineering Hand's Book, 1984

2.9 Scanning Elektron Microscopy (SEM)



Sumber: Laboratorium Forensik Cabang Palembang,
diakses 12 Juli 2019)

Gambar 2.7 Alat SEM

SEM (*Scanning Elektron Microscopy*) adalah salah satu jenis mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk menggambarkan bentuk permukaan dari material yang dianalisis. Prinsip kerja dari SEM ini adalah dengan menggambarkan permukaan benda atau material dengan berkas elektron

yang dipantulkan dengan energi tinggi. Permukaan material yang disinari atau terkena berkar elektron akan memantulkan kembali berkas elektron atau dinamakan berkas elektron sekunder ke segala arah. Tetapi dari semua berkas elektron yang dipantulkan terdapat satu berkas elektron yang dipantulkan dengan intensitas tertinggi. Detektor yang terdapat di dalam SEM akan mendeteksi berkas elektron berintensitas tertinggi yang dipantulkan oleh benda atau material yang dianalisis. Elektron memiliki resolusi yang lebih tinggi daripada cahaya. Cahaya hanya mampu mencapai 200 nm sedangkan elektron bisa mencapai resolusi sampai 0,1 – 0,2 nm (Ayu, 2013).

Aplikasi dari teknik SEM-EDS ialah sebagai berikut:

1. Topografi untuk menganalisa permukaan dan tekstur (kekerasan, dan reflektivitas).
2. Morfologi untuk menganalisa bentuk dan ukuran dari suatu sampel.
3. Komposisi untuk menganalisa komposisi dari permukaan benda secara kuantitatif dan kualitatif.

Sedangkan kelemahan dari aplikasi teknik SEM ini antara lain:

1. Memerlukan kondisi yang vakum.
2. Hanya menganalisa permukaan.
3. Sampel harus bahan yang konduktif, jika tidak konduktor maka perlu dilapis logam seperti emas.

2.10 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometri serapan atom, sering disingkat sebagai AAS atau SSA adalah suatu bentuk spektrofotometri dimana spesies pengabsorbsiannya adalah atom-atom. (Underwood, 1996:430).

Cara kerja SSA berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung didalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorbsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya. Jika radiasi

elektromagnetik dikenakan kepada suatu atom maka akan terjadi eksitasi elektron dari tingkat dasar ke tingkat tereksitasi, setiap panjang gelombang memiliki energi yang spesifik untuk dapat tereksitasi ke tingkat yang lebih tinggi.

Spektrofotometer serapan atom memiliki komponen-komponen sebagai berikut :

a. Sumber sinar

Sumber sinar merupakan sistem emisi yang diperlukan untuk menghasilkan sinar yang energinya akan diserap oleh atom bebas. Pada prinsipnya sumber radiasi harus bersifat kontinyu. Seperangkat sumber yang dapat memberikan garis emisi yang tajam dari suatu unsur yang spesifik dengan menggunakan lampu pijar *Hollow cathode*.

b. Sistem pengatoman

Pada sistem pengatoman, unsur-unsur yang akan dianalisa diubah bentuknya dari bentuk ion menjadi bentuk atom bebas. Ada beberapa jenis sistem pengatoman yang lazim digunakan pada setiap alat AAS, antara lain:

1. Sistem pengatoman dengan nyala api

Digunakan nyala api untuk mengubah suatu larutan berbentuk ion ke atom bebas. Ada 2 bagian penting yaitu sistem pengabut (nebulizer) dan sistem pembakar (burner). Sebagai bahan bakar yang menghasilkan api merupakan campuran dari gas pembakar dengan oksidan dan penggunaannya tergantung pada suhu nyala api yang dikehendaki.

2. Sistem pengatoman dengan tungku grafit

Keuntungan pada sistem ini dibanding sistem pengatoman nyala api ialah sampel yang dibutuhkan lebih sedikit, tidak memerlukan gas sebagai pembakar, suhu yang ada di burner dapat di monitor dan lebih peka.

3. Sistem pengatoman dengan pembentukan hibrida

Sistem ini digunakan hanya pada unsur yang dapat membentuk hibrida dimana senyawa hibrida dalam bentuk uap akan menyerap sinar dari HCl. Sistem ini biasa dilakukan untuk analisa unsur seperti As, Bi, dan Se.

4. Sistem pengatoman dengan uap dingin

Sistem ini hanya untuk analisa unsur Hg, karena Hg memiliki tekanan uap yang tinggi sehingga pada suhu kamar unsur Hg akan berada pada kesetimbangan antara fasa uap dan cair.

c. Monokromator

Monokromator adalah alat yang berfungsi untuk memisahkan radiasi yang tidak diperlukan dari spektrum radiasi lain yang dihasilkan oleh *Hollow Cathode Lamp*.

d. Detektor

Detektor berfungsi sebagai pengubah energi sinar menjadi energi listrik, dimana energi listrik yang dihasilkan digunakan untuk mendapatkan data. Detektor AAS tergantung pada jenis monokromatornya, jika monokromatornya sederhana yang biasa dipakai untuk analisa alkali, detektor yang digunakan adalah barrier layer cell. Metode AAS digunakan untuk analisa zat yang memiliki konsentrasi rendah.