

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Tebu merupakan tanaman yang hanya dapat ditanam di daerah beriklim tropis seperti Indonesia. Indonesia memiliki hasil perkebunan yang melimpah, menurut data kementerian pertanian pada tahun 2014 hasil perkebunan tebu dapat mencapai 2.943.897 ton/tahun dengan total luas area 449.873 hektar yang tersebar diseluruh Indonesia. Pemanfaatan tebu selama ini mayoritas digunakan sebagai bahan baku industri gula dan minuman namun pemanfaatan akan limbahnya yaitu ampas tebu masih jarang sekali. Limbah ampas tebu dapat mencapai 35-40% per berat tebu yang digiling (Indriani dan Sumiarsih, 1992). Oleh karenanya limbah ampas tebu masih dapat digunakan untuk pemanfaatan suatu produk yang memiliki nilai guna lebih, salah satunya pembuatan *carbon microsphere* (CMSs) dari ampas tebu.

*Carbon microspheres* (CMSs) merupakan karbon aktif yang berukuran mikro (diameter 12–300  $\mu\text{m}$ ) dengan permukaan halus berbentuk *spherical* atau bola dan luas area yang dapat mencapai 1.200  $\text{m}^2/\text{g}$  bahkan lebih. Apabila dilihat dengan mata manusia, CMSs berbentuk padatan serbuk. CMSs dapat digunakan sebagai katalis, penghilangan bau, penyerapan warna, zat purifikasi, bahan superkapasitor, anoda baterai *lithium-ion*, bahan inti *fiberglass*, komponen rem otomotif dan lain sebagainya sehingga karbon aktif jenis *carbon microspheres* ini banyak dibutuhkan dan bermanfaat dalam dunia industri. Indonesia sendiri hingga saat ini memiliki 5 industri yang memproduksi karbon aktif namun belum ada industri yang memproduksi *carbon microspheres* (CMSs).

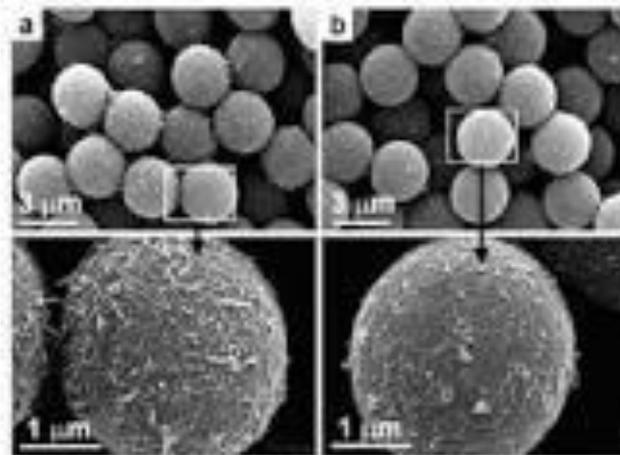
Pembuatan CMSs dari ampas tebu selain meningkatkan nilai guna ampas tebu, juga untuk memenuhi kebutuhan pasar dunia terhadap pemanfaatan karbon aktif sebagai bahan superkapasitor.

## I.2 Sifat-Sifat Bahan Baku dan Produk

### I.2.1 *Carbon Microspheres* (CMSs) Sebagai Produk

Karbon aktif adalah karbon yang mengalami proses pengaktifan dengan menggunakan bahan pengaktif sehingga pori-porinya terbuka, luas permukaan karbon menjadi lebih besar, dan kapasitas adsorpsinya menjadi lebih tinggi (Husni, 2008).

*Carbon microspheres* (CMSs) merupakan karbon aktif yang berukuran mikro (diameter 12–300  $\mu\text{m}$ ) dengan permukaan halus berbentuk *spherical* atau bola dan luas permukaan yang dapat mencapai 1.200  $\text{m}^2/\text{g}$  bahkan lebih sehingga *carbon microspheres* dapat menjadi bahan baku superkapasitor yang baik. *Carbon microspheres* berpotensi untuk digunakan sebagai material elektroda superkapasitor karena memiliki potensi kerapatan energi yang tinggi, akseibilitas pori yang baik, dan biaya pembuatan yang relatif murah (Dietz dkk, 2002). Untuk meningkatkan kapasitas energi dari superkapasitor dapat dilakukan dengan menyiapkan material karbon berpori yang memiliki luas permukaan yang tinggi (Zhu dkk, 2007). Hasil foto *carbon microspheres* menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dapat dilihat pada gambar I.1. Karakteristik dari *carbon microspheres* dapat dilihat pada tabel I.1.



Gambar I.1. Foto SEM dari *Carbon Microspheres*

**Tabel I.1. Karakteristik *Carbon Microspheres***

<b>Parameter</b>	<b>Deskripsi</b>
<i>diameter</i>	12 – 300 $\mu\text{m}$
<i>density</i>	50 - 250 $\text{kg/m}^3$
<i>Bulk density</i>	23-28 $\text{lbs/ft}^3$
<i>Specific gravity</i>	0.6-0.8
<i>Compressive strength</i>	3000-5000 $\text{lbs/in}^2$

### **I.2.2 Ampas Tebu**

Ampas tebu merupakan bagian dari kelompok biomassa yang dihasilkan dari proses penggilingan tebu dan merupakan limbah padat ekstraksi cairan tebu (Paturau, 1982). Ampas tebu merupakan limbah tebu yang melimpah dan dapat mencapai 35–40% dari berat tebu (Mochtar dan Ananta, 1984). Ampas tebu sebagai limbah industri gula adalah suatu bahan yang mengandung karbon cukup tinggi. Kandungan karbon yang tinggi dalam ampas tebu menjadi dasar untuk memanfaatkannya sebagai karbon aktif (Wijayanti, 2009). Berikut gambar ampas tebu yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan *carbon microsphere* dapat dilihat pada gambar I.2.

**Gambar I.2. Ampas Tebu**

Dalam satu ton tebu dapat menghasilkan berat ampas tebu sebesar 350-400 kg. Komposisi kimia ampas tebu meliputi: air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) 50%, zat arang dan karbon (C) 23,7%, oksigen (O) 20%, gula 3% dan hidrogen (H) 2% (Samsuri et al, 2007). Komponen penyusun ampas tebu dapat dilihat pada tabel I.2.

**Tabel I.2. Komponen Penyusun Ampas Tebu  
(Dakar, 2013 dan Andriyanti et al., 2012)**

<b>Kandungan</b>	<b>Berat Kering (%)</b>
Selulosa	35,2%
Hemiselulosa	23,2%
Lignin	20%
Abu	1,6%
Air	20%

Berdasarkan tabel I.2 ampas tebu berpotensi sebagai bahan baku pembuatan CMSs karena memiliki kandungan selulosa dan hemiselulosa yang cukup tinggi yaitu 35,2% dan 23,2%.

### **I.2.3 Etil Asetat**

Etil asetat memiliki rumus molekul  $C_4H_8O_2$ . Senyawa ini berwujud cairan tak berwarna, bersifat polar yang mudah menguap, tidak beracun dan memiliki aroma khas. Etil Asetat merupakan ester dari etanol dan asam asetat yang larut dalam air, dietil eter, aseton, alcohol, dan benzene. Pada tabel I.3 dapat dilihat sifat fisika etil asetat.

**Tabel I.3. Sifat Fisika Etil Asetat (Sciencelab, 2013)**

<b>Deskripsi</b>	<b>Parameter</b>
Berat molekul	88,11 g/gmol
Titik didih	77,1°C
Titik leleh	-83,6°C
Densitas	0,89 g/cm <sup>3</sup>
<i>Specific Gravity</i>	0,902
<i>Vapor pressure</i>	12,4 kPa @ 20°C
<i>Vapor Density</i>	3,04 (Air=1)
<i>Viscosity</i>	1200 cP @ 20°C

### I.2.4 Asam Sulfat

Asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) merupakan asam anorganik yang kuat, berwujud cairan bening dan sangat korosif. Asam ini merupakan salah satu produk utama dalam industri kimia dan banyak digunakan dalam memproses biji mineral, sintesis kimia, memproses air limbah, dan penggilingan minyak. Kehadiran asam sulfat bersama dengan air dalam kondisi subkritis yang mempunyai konsentrasi ion  $\text{H}^+$  lebih tinggi daripada air pada kondisi ruang (Kronholm, 2007), akan menghasilkan reaksi hidrolisis lignoselulosa dalam waktu singkat dan yield yang besar (Girisuta, 2007). Sifat fisika asam sulfat dapat dilihat pada tabel I.4.

**Tabel I.4. Sifat Fisika Asam Sulfat (Sciencelab, 2013)**

Deskripsi	Parameter
Berat molekul	98,08 g/gmol
Titik didih	270°C
Titik leleh	-35°C
Densitas	1,84 g/cm <sup>3</sup>
<i>Specific Gravity</i>	1,84
<i>Vapor Density</i>	3,4 (Air=1)
<i>Viscosity</i>	26,7 cP @ 20°C

### I.3 Kegunaan dan Keunggulan Produk

Karbon aktif banyak digunakan dalam dunia industri dengan bervariasi tujuan penggunaan. Pada umumnya karbon aktif yang komersil saat ini memiliki struktur yang cenderung berantakan dengan luas permukaan yang lebih kecil dibanding *carbon microspheres*. *Carbon microspheres* (CMSs) ini adalah karbon aktif yang berukuran mikro (diameter 12–300  $\mu\text{m}$ ) dengan permukaan halus berbentuk *spherical* atau bola dan luas area yang dapat lebih dari 1.200  $\text{m}^2/\text{g}$ . Di Indonesia belum ada industri yang memproduksi *carbon microspheres*.

Dari segi bahan baku pembuatan *carbon microspheres* ini memanfaatkan ampas tebu yang berarti mengurangi jumlah limbah. Ampas tebu dapat diperoleh secara gratis dari sejumlah tempat pembuangan limbah pabrik tebu (Indosiar, 2015). Pemanfaatan dari *carbon microspheres* adalah sebagai katalis, penghilangan bau, penyerapan warna, zat purifikasi, bahan superkapasitor, anoda baterai *lithium-ion*, bahan inti *fiberglass*, komponen rem otomotif dan lain. Dengan manfaat yang ada

*carbon microspheres* dapat dimanfaatkan pada hampir semua industri sesuai dengan kebutuhannya. Dapat dilihat langsung saat ini teknologi dunia semakin canggih, banyak inovasi baru yang dibuat dengan memanfaatkan tenaga listrik sehingga media penyimpanannya pun cukup diperhatikan. Superkapasitor sebagai perangkat penyimpanan energi yang sering digunakan untuk sumber listrik pada berbagai aplikasi seperti teknologi transportasi listrik, listrik untuk industri (misalnya cadangan daya dan *grid* stabilitas sistem), elektronik (misalnya laptop dan ponsel), elektronik medik (misalnya stimulator syaraf), dan perangkat militer (misalnya pesawat tak berawak dan sistem rudal) (Miller & Burke, 2008; Miller & Simon, 2008). Dalam satu tahun kebutuhan dunia akan superkapasitor mencapai lebih dari 3,2 miliar keping, dimana tiap kepingnya menggunakan 80% *carbon microspheres* (Teguh dkk, 2012). Sehingga industri *carbon microspheres* dari ampas tebu ini dibuat untuk memenuhi kebutuhan pembuatan superkapasitor tersebut.

#### I.4 Ketersediaan Bahan Baku dan Analisis Pasar

Di Indonesia mayoritas tebu dimanfaatkan sebagai bahan baku gula dan minuman. Hal ini memberikan nilai lebih terhadap pemanfaatan tanaman tebu. Selain daging tebu, ampas tebu dapat juga dimanfaatkan dalam industri, salah satunya industri CMSs dari ampas tebu. Menurut data dari kementerian pertanian pada tabel I.5, pada tahun 2014 Indonesia memproduksi 2.790.000 ton tebu dengan total luas area 449.873 hektar, dimana Jawa Timur merupakan penghasil tebu terbanyak di Indonesia yaitu 46,03% dari total tebu yang diperoleh. Mengingat dari satu ton tebu yang dihasilkan tiap tahun dapat diperoleh 35-40% ampas tebu maka tersedia setidaknya 350 kg ampas tebu/ton tebu.

**Tabel I.5. Ketersediaan Tebu di Indonesia**

<b>Tahun</b>	<b>Produksi Tebu (Ton)</b>
2010	2.290.116
2011	2.267.887
2012	2.591.687
2013	2.550.991
2014	2.790.000

Dari data terbaru jumlah tebu yang ada yaitu 2.790.000 ton dimana Jawa timur sebagai penghasil tebu terbanyak yaitu 46,03% atau 1.284.237 ton yang

dihasilkan dalam satu tahun. Dengan berat ampas dalam tiap ton tebu adalah 35% maka setidaknya tersedia 449.483 ton ampas tebu dalam satu tahun dan sekitar 30 pabrik gula aktif yang beroperasi di Jawa Timur sehingga tiap pabriknya akan menghasilkan 15.000 ton ampas tebu.

Dengan diperhatikan saat ini kebanyakan pabrik gula menggunakan ampas tebu sebagai bahan bakar boiler, namun karena jumlahnya yang banyak dan sifatnya yang meruah sehingga menimbulkan masalah penyimpanan pada pabrik gula serta sifatnya yang mudah terbakar dan memang telah menyebabkan beberapa kali kebakaran pada pabrik gula maka kelebihan ampas tebu dibakar secara berlebihan (inefisien) namun menjadi beresiko polusi udara, beban *dust collector*, dan terjadinya erosi pada bagian ketel sehingga menyebabkan umur ketel menurun. Oleh karena itu limbah ampas tebu yang berlebih kebanyakan dibuang begitu saja hal ini yang menyebabkan ampas tebu dapat diperoleh secara gratis dari sejumlah tempat pembuangan limbah pabrik tebu (Indosiar, 2015). Menurut data dari pabrik gula Subang, sekitar 10.000 ton ampas tebu digunakan untuk bahan bakar boiler tiap tahunnya. Dari data-data diatas maka sekitar 5.000 ton ampas tebu yang dibuang oleh pabrik gula tiap tahunnya akan dimanfaatkan untuk membuat *carbon microspheres* (CMSs).

*Carbon microspheres* (CMSs) sebagai karbon aktif yang terbarukan dan industri CMSs yang belum ada di Indonesia menunjukkan peluang pasar dalam negeri yang cukup menjanjikan. Industri CMSs diluar Indonesia pun tergolong sedikit, salah satu industri yang memproduksi CMSs adalah *Qunbang Company* yang terletak di China. Hingga saat ini CMSs atau *carbon microspheres* mayoritas digunakan sebagai bahan baku superkapasitor karena memiliki kapasitas dan energi yang lebih besar dari kapasitor konvensional lain (Yafei dkk, 2008). Dalam satu tahun kebutuhan dunia akan superkapasitor mencapai lebih dari 3,2 miliar keping, dimana tiap keping superkapasitor 80% penyusunnya adalah *carbon microspheres* (Teguh dkk, 2012) dengan basis berat tiap superkapasitor adalah 1 kg sehingga diperlukan 2.560.000 ton CMSs untuk memenuhi kebutuhan dunia akan superkapasitor.

Pendirian pabrik akan memenuhi 0,05% kebutuhan dunia akan CMSs sehingga didapatkan 1.280 ton yang akan digunakan sebagai jumlah kapasitas produksi pabrik *Carbon microspheres*, dengan memanfaatkan 6.610 ton ampas tebu

tiap tahunnya pada tahun 2017. Dari *carbon microspheres* yang dihasilkan dan pengemasan siap jual 25 kg tiap karung maka akan diproduksi 51.204 karung tiap tahunnya dalam 300 hari kerja pabrik. Limbah yang dihasilkan pabrik *carbon microspheres* dari ampas tebu ini berupa limbah padat, gas dan cair. Residu padatan dibuang langsung ke tempat pembuangan akhir karena tidak berbahaya bagi lingkungan. Sedangkan untuk limbah cair terdiri dari air, etil asetat, lignin terlarut, glukosa dan selulosa akan diolah dengan metode fenton.