

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Enceng Gondok (*Eichornia crassipes*)

#### 2.1.1 Deskripsi dan Klasifikasi Enceng Gondok

Enceng gondok (*Eichornia crassipes*) merupakan tumbuhan air tawar yang dikenal sebagai gulma. Tumbuhan ini banyak ditemukan di Indonesia khususnya di perairan. Enceng gondok (*Eichornia crassipes*) menghasilkan bahan organik yang mempercepat proses pendangkalan, juga mengurangi produksi ikan karena kerapatan tumbuhan menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam air, dan menghambat proses aerasi. Pertumbuhannya sangat cepat dan menimbulkan berbagai masalah. Enceng gondok secara botanis mempunyai klasifikasi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1. Klasifikasi Tanaman Enceng Gondok**

Divisio	<i>Embryophytasi phonogama</i>
Sub Divisio	<i>Spermathopyta</i>
Kelas	<i>Monocotyledoneae</i>
Ordo	<i>Ferinosae</i>
Famili	<i>Pontederiaceae</i>
Genus	<i>Eichhornia</i>
Spesies	<i>Eichhornia crassipes (Mart) Solm.</i>

Sumber : Foundation, 2011

Enceng gondok (*Eichornia crassipes*) merupakan tanaman yang hidup mengapung di air dan kadang – kadang berakar dalam tanah. Tingginya sekitar 0,4 – 0,8 meter. Tidak mempunyai batang, daunnya tunggal, dan berbentuk oval. Ujung dan pangkalnya meruncing, pangkal tangkai daun menggelembung. Permukaan daunnya licin dan berwarna hijau. Bunganya termasuk bunga majemuk berbentuk bulir, kelopaknya berbentuk tabung. Bijinya berbentuk bulat dan berwarna hitam. Buahnya kotak beruang tiga dan berwarna hijau. Akarnya merupakan akar serabut. Struktur tumbuhan enceng gondok dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Enceng Gondok (*Eichornia crassipes*)**

Enceng gondok (*Eichornia crassipes*) berkembang biak dengan sangat cepat, baik secara vegetatif maupun generatif. Pada umumnya enceng gondok tumbuh dengan cara vegetatif yaitu, dengan menggunakan stolon. Kondisi optimum bagi perkembangannya memerlukan kisaran waktu antara 11 – 18 hari.

Hasil penelitian Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Sumatera Utara di Danau Toba (2003) melaporkan bahwa satu batang enceng gondok dalam waktu 52 hari mampu berkembang seluas 1 ha, atau dalam waktu 1 tahun mampu menutup area seluas 7 ha. Heyne (1987) menyatakan bahwa dalam waktu 6 bulan pertumbuhan enceng gondok pada areal 1 ha dapat mencapai bobot basah sebesar 125 ton.

Pemanfaatan enceng gondok belum bisa menanggulangi laju pertumbuhannya yang sangat pesat. Pemanfaatan enceng gondok yang telah dilakukan adalah pemanfaatan sebagai pejernih air, karena sifatnya yang mampu mengabsorpsi logam berbahaya yang terkandung dalam air. Selain itu, protein yang terdapat pada enceng gondok mampu dijadikan sebagai pakan ternak. Kandungan serat pada enceng gondok mencapai 20 % dari berat keringnya. Dengan kondisi seperti itu, maka serat enceng gondok berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan komposit tekstil. Pertumbuhan tekstil di Indonesia sangat baik, bahkan industri tekstil merupakan komoditi ekspor terbesar non

migas. Dengan teknologi sederhana, tumbuhan ini dapat digunakan untuk pembuatan karton kasar. Sejak tahun 1981, Kota San Diego telah memanfaatkan kemampuan enceng gondok yang mampu mengabsorpsi logam – logam berbahaya yang terdapat pada air. Selain itu, enceng gondok telah dimanfaatkan di Tegal sebagai bahan kerajinan seperti tas (Republika, 1997). Namun dari berbagai macam pemanfaatan tersebut belum dapat mengoptimalkan pengendalian enceng gondok dengan laju pertumbuhannya yang cepat.

### 2.1.2 Habitat Enceng Gondok

Perkembangbiakkan tanaman enceng gondok yang sangat cepat telah berubah menjadi tanaman gulma di beberapa wilayah perairan Indonesia. Peristiwa ini dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



**Gambar 2. Tanaman Enceng Gondok Yang Memenuhi Perairan**

Enceng gondok tumbuh di kolam – kolam dangkal, tanah basah dan rawa, aliran air yang lambat, danau, tempat penampungan air, dan sungai. Tumbuhan ini dapat beradaptasi dengan perubahan kondisi yang ekstrim, yaitu dari ketinggian air, arus air, perubahan ketersediaan nutrisi, pH, temperatur, dan racun – racun dalam air (*Invasive Species Specialist Group (ISSG), 2006*). Pertumbuhan enceng gondok yang cepat disebabkan oleh adanya air yang mengandung nutrisi tinggi, terutama yang kaya akan nitrogen, fosfat, dan potasium.

Di kawasan perairan danau, enceng gondok tumbuh pada bibir – bibir pantai sejauh 5 – 20 m. Hal ini menyebabkan berkurangnya volume air dan pendangkalan sungai, dikarenakan sifat tanaman ini yang mampu menyerap air sangat banyak. Di Indonesia, terdapat 3 jenis enceng gondok yakni enceng gondok sungai, enceng gondok rawa, dan enceng gondok kolam. Danau dan waduk yang telah ditumbuhi enceng gondok semakin banyak, misalnya Danau Rawa Pening, Danau Toba, Danau Kerinci, Danau Limboto, Danau Tempe, Danau Tondano, Danau Sentani, Waduk Saguling, Waduk dan Bendung Curug (ketiganya di DAS Citarum). Demikian juga enceng gondok di Sungai Rokan, Siak, Musi, dan sungai lainnya di Indonesia. Beberapa faktor lingkungan ternyata sangat mempengaruhi kelimpahan dan penyebaran enceng gondok di perairan tersebut, diantaranya kecepatan arus dan kedalaman air.

### 2.1.3 Kandungan Enceng Gondok

Enceng gondok memiliki kandungan selulosa yang dihasilkan sebaik kapas dengan karakteristik serat sebagai berikut : panjang 1,53 mm, lebar 0,023 mm, tebal dinding sel 3,5  $\mu\text{m}$  dengan kadar abu yang tinggi. Untuk lebih jelas mengetahui karakteristik serat enceng gondok dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

**Tabel 2. Karakteristik Serat Enceng Gondok**

Karakteristik	Nilai
Massa Jenis ( $\text{gr/m}^3$ )	0,25
Sifat Putih / <i>Whiteness</i> (%)	22,2
Kehalusan / <i>Fineness</i> ( $\mu$ )	35
Kekuatan Tarik / <i>Tensile Strength</i> (Mpa)	18 – 33

Sumber : Gani dkk., 2002

Dari Tabel 2 di atas, terlihat bahwa enceng gondok memiliki massa jenis, sifat kehalusan, sifat putih yang cukup baik. Hal ini terbukti pada pemanfaatan enceng gondok yang sekarang ini sebagai kerajinan tangan baik pada industri rumah tanga maupun mebel. Menurut Zerrudo dkk., (1979), tangkai daun (petioules) enceng gondok mengandung 34,6% fiber berdasarkan berat kering oven, dengan panjang fiber rata - rata 1,53 mm dan berdinding tipis, mengandung sedikit lignin, holoseluosa, pentosa yang tinggi tetapi mengandung sedikit silika,

ekstraktif cukup larut dalam alkohol – benzena tetapi larut banyak dalam NaOH 1 %. Enceng gondok dalam 100 gram memiliki kandungan nutrisi seperti yang dijelaskan pada Tabel 3 berikut ini.

**Tabel 3. Kandungan Nutrisi Enceng Gondok**

No.	Kandungan Nutrisi	Nilai
1	Energi	18 Kkal
2	Protein	1 gr
3	Lemak	0,2 gr
4	Karbohidrat	3,8 gr
5	Kalsium	80 mg
6	Fosfor	45 mg
7	Zat Besi	4 mg
8	Vitamin A	1000 IU
9	Vitamin B1	0,08 mg
10	Vitamin C	50 mg

Sumber : Eka, 2013

Banyak peneliti melaporkan bahwa enceng gondok dapat menyerap zat pencemar dalam air dan dapat dimanfaatkan untuk mengurangi beban pencemaran lingkungan. Tercatat bahwa dalam waktu 24 jam enceng gondok mampu menyerap logam Cd, Hg dan Ni sebesar 1,35 mg/g; 1,77 mg/g, dan 1,16 mg/g bila logam itu berada dalam keadaan tidak tercampur dan menyerap Cd 1,23 mg/g, 1,88 mg/g, dan Ni 0,35 mg/g berat kering apabila logam – logam itu berada dalam keadaan tercampur dengan logam lain dalam air (Aningsih, 1991).

Kandungan selulosa Cross and Bevan enceng gondok sebesar 64,51% dari berat total (Joedodibroto, 1983) memungkinkan enceng gondok dapat dipakai sebagai bahan baku pembuatan papan partikel. Pemanfaatan enceng gondok sebagai bahan baku pembuatan papan partikel merupakan salah satu alternatif manfaat yang memberikan nilai tambah enceng gondok bagi masyarakat. Dengan bertambahnya cara pemanfaatan enceng gondok maka populasinya diharapkan dapat dikontrol, sehingga permasalahan yang timbul sebagaimana yang dipaparkan sebelumnya dapat diatasi (Saputra dan Prasetyo, 2005).

Komposisi kimia enceng gondok tergantung pada kandungan unsur hara tempatnya tumbuh, dan sifat daya serap tanaman tersebut. Enceng gondok mempunyai sifat – sifat yang baik antara lain dapat menyerap logam – logam

berat, senyawa sulfida, selain itu mengandung protein lebih dari 11,5 %. Kandungan kimia serat enceng gondok dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

**Tabel 4. Kandungan Kimia Enceng Gondok**

Kandungan Kimia	Nilai (%)
Selulosa	60
Hemiselulosa	8
Lignin	17

Sumber : Ahmed, 2012

### 2.1.3.1 Selulosa

Selulosa adalah polisakarida yang terdiri atas satuan glukosa yang terikat dengan ikatan  $\beta$  1,4-*glycosidic* dengan rumus  $(C_6H_{10}O_5)_n$  dengan n adalah derajat polimerisasinya. Struktur kimia selulosa bersifat kristalin dan tidak mudah larut sehingga tidak mudah didegradasi secara kimia/mekanis. Molekul glukosa disambung menjadi molekul besar, panjang, dan berbentuk rantai dalam susunan menjadi selulosa. Semakin panjang suatu rangkaian selulosa, maka rangkaian selulosa tersebut memiliki serat yang lebih kuat, lebih tahan terhadap pengaruh bahan kimia, cahaya, dan mikroorganisme.

Molekul selulosa seluruhnya berbentuk linier dan memiliki kecenderungan kuat untuk membentuk ikatan hidrogen inter dan intra molekul. Selulosa merupakan bahan dasar yang penting bagi industri seperti pabrik kertas, pabrik sutera tiruan, dll. Ketersediaan selulosa dalam jumlah yang besar akan membentuk serat yang kuat, tidak larut dalam air, tidak larut dalam pelarut organik, dan berwarna putih. Sifat selulosa terdiri dari sifat fisika dan kimia. Selulosa dengan rantai panjang memiliki sifat fisik yang lebih kuat, tahan lama terhadap degradasi yang disebabkan oleh pengaruh panas, bahan kimia maupun pengaruh biologis. Sifat fisika dari selulosa yang penting adalah panjang, lebar, dan tebal molekulnya. Sifat fisik lain dari selulosa adalah :

1. Berwarna putih.
2. Berat molekul berkisar antara 300.000 – 500.000 gr/mol.
3. Dapat terdegradasi oleh hidrolisa, oksidasi, fotokimia, maupun secara mekanis sehingga berat molekulnya berkurang.

4. Tidak larut dalam pelarut organik, tetapi sebagian larut pada larutan alkali.
5. Dalam keadaan kering, selulosa bersifat higroskopis (baik menyerap air), keras, dan rapuh. Jika selulosa mengandung banyak air maka akan bersifat lunak. Jadi fungsi air adalah sebagai pelunak.
6. Selulosa dalam kristal memiliki kekuatan lebih baik dibandingkan dengan bentuk amorfnya.

Selulosa dapat dibagi menjadi tiga jenis yaitu  $\alpha$  selulosa (*alpha cellulose*),  $\beta$  selulosa (*betha cellulose*),  $\gamma$  selulosa (*gamma cellulose*).

1.  $\alpha$  Selulosa (*Alpha Cellulose*)

$\alpha$  selulosa adalah selulosa berantai panjang yang tahan dan tidak larut dalam larutan NaOH atau larutan basa kuat dengan derajat polimerisasi 600 – 15000. Selulosa dengan derajat kemurnian  $\alpha$  di atas 92 % memenuhi syarat sebagai bahan baku pembuatan propelan atau bahan peledak, sedangkan selulosa dengan kualitas di bawahnya digunakan sebagai bahan baku pada industri pembuatan kertas dan industri kain (serat rayon). Semakin tinggi kadar  $\alpha$  selulosa, maka semakin baik mutu bahannya.

2.  $\beta$  Selulosa (*Betha Cellulose*)

$\beta$  selulosa adalah selulosa berantai pendek yang larut dalam larutan NaOH atau basa kuat dengan derajat polimerisasi berkisar antara 15 – 90.  $\beta$  selulosa dapat mengendap jika ekstrak dinetralkan.

3.  $\gamma$  Selulosa (*Gamma Cellulose*)

$\gamma$  selulosa adalah selulosa berantai pendek yang larut dalam larutan NaOH atau basa kuat dengan derajat polimerisasi kurang dari 15.

Untuk mendapatkan selulosa murni dilakukan tahapan dimana selulosa dipisahkan dari zat pengotonya. Pemisahan dilakukan pada kondisi optimum untuk mencegah degradasi terhadap selulosa. Kesulitan yang dihadapi dalam proses pemisahan ini antara lain :

1. Berat molekul yang tinggi

2. Keasaman sifat antara komponen impuritis dengan selulosa itu sendiri
3. Kristalinitas yang tinggi
4. Ikatan fisika dan kimia yang kuat

Selama pembuatan selulosa murni, terjadi degradasi yang disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut :

#### 1. Degradasi Oleh Hidrolisa Asam

Terjadi pada temperatur yang cukup tinggi dan berada pada media asam pada waktu yang cukup lama. Akibat dari degradasi ini adalah terjadinya reaksi yakni selulosa terhidrolisa menjadi selulosa dengan berat molekul rendah. Keaktifan asam pekat untuk mendegradasi selulosa berbeda – beda.

#### 2. Degradasi Oleh Oksidator

Senyawa oksidator sangat mudah mendegradasi selulosa menjadi molekul yang lebih kecil. Hal ini tergantung dari oksidator dan kondisinya. Macam – macam oksidator adalah sebagai berikut :

- a. Chlorin mengoksidasi gugus karboksil dan aldehyd. Oksidasi karboksil menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ , sedangkan oksidasi aldehyd menjadi karboksil dan jika oksidasi diteruskan akan menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ .
- b. Hipoklorit akan mnghasilkan oksidasi selulosa yang mengandung persentase gugus hidroksil tinggi pada kondisi netral/alkali.
- c.  $\text{NO}_2$  mengoksidasi hidroksil primer dari selulosa menjadi karboksil. Oksidasi ini tidak akan memecah rantai selulosa kecuali terdapat alkali.

#### 3. Degradasi Oleh Panas

Pengaruh panas lebih besar jika dibandingkan dengan asam atau oksidator. Serat selulosa yang dikeringkan pada temperatur tinggi akan mengakibatkan hilangnya sebagian higroskopisitasnya (*swealing ability*). Hal ini karena :

- a. Bertambahnya ikatan hidrogen antara molekul selulosa yang berdekatan.
- b. Terbentuknya ikatan rantai kimia diantara molekul selulosa yang berdekatan.

- c. Pemanasan serat pada temperatur sekitar 100 °C akan menghilangkan kemampuan mengembang sekitar 50 %.

### **2.1.3.2 Hemiselulosa**

Rantai hemiselulosa lebih pendek dibandingkan rantai selulosa, karena derajat polimerisasinya yang lebih rendah. Berbeda dengan selulosa, polimer hemiselulosa berbentuk tidak lurus tetapi merupakan polimer – polimer bercabang dan strukturnya tidak bersifat kristal. Hal ini yang menjadikan hemiselulosa lebih mudah dimasuki pelarut dan bereaksi dengan larutan dibanding selulosa. Hemiselulosa bersifat hidrofibil (mudah menyerap air) yang mengakibatkan strukturnya yang kurang teratur.

Secara struktural, hemiselulosa mirip dengan selulosa yang merupakan polimer gula. Namun, berbeda dengan selulosa yang hanya tersusun atas glukosa, hemiselulosa tersusun dari bermacam – macam jenis gula. Monomer gula penyusun hemiselulosa terdiri dari monomer gula berkarbon lima (pentosa/C-5), gula berkarbon enam (heksosa/C-6), asam heksuronat, dan deoksi heksosa. Hemiselulosa akan mengalami reaksi oksidasi dan degradasi terlebih dahulu daripada selulosa, karena rantai molekulnya yang lebih pendek dan bercabang.

Hemiselulosa tidak larut dalam air tetapi larut dalam larutan alkali encer dan lebih mudah dihidrolisa oleh asam daripada selulosa. Hemiselulosa berfungsi sebagai perekat dan mempercepat pembentukan serat. Hilangnya hemiselulosa akan mengakibatkan adanya lubang antar fibril dan berkurangnya ikatan antar serat.

### **2.1.3.3 Lignin**

Lignin merupakan senyawa yang sangat kompleks dengan berat molekul yang tinggi. Lignin terdapat diantara sel – sel dan di dalam dinding sel. Dimana fungsi lignin yang terletak diantara sel adalah sebagai perekat untuk mengikat/perekat antar sel. Sementara dalam dinding sel, lignin erat hubungannya dengan selulosa dan berfungsi untuk memberikan ketegaran pada sel.

Lignin dapat diisolasi dari tanaman sebagai sisa yang tidak larut setelah penghilangan polisakarida dengan hidrolisis. Secara alternatif, lignin dapat dihidrolisis dan diekstraksi ataupun diubah menjadi turunan yang larut. Adanya lignin menyebabkan warna menjadi kecoklatan sehingga perlu adanya pemisahan melalui pemutihan. Banyaknya lignin juga berpengaruh terhadap konsumsi bahan kimia dalam pemasakan dan pemutihan (Wibisono, 2002).

Lignin merupakan polimer tiga dimensi yang terdiri atas unit fenil propana melalui ikatan eter (C-O-C) dan ikatan karbon (C-C). Bila lignin berdifusi dengan larutan alkali maka akan terjadi pelepasan gugus metoksil yang membuat lignin larut dalam alkali. Struktur kimia lignin mengalami perubahan di bawah kondisi suhu yang tinggi dan asam. Pada reaksi dengan temperatur tinggi mengakibatkan lignin terpecah menjadi partikel yang lebih kecil dan terlepas dari selulosa (Taherzadeh, 2007). Pada suasana asam, lignin cenderung melakukan kondensasi yakni fraksi lignin yang sudah terlepas dari selulosa dan larut dalam larutan pemasak. Dimana peristiwa ini cenderung menyebabkan bobot molekul lignin bertambah, dan lignin yang terkondensasi akan mengendap (Achmadi, 1990).  
Sifat – sifat lignin:

1. Larut dalam larutan NaOH.
2. Tidak larut dalam air.
3. Sangat tahan terhadap reaksi kimia.
4. Berat molekul antara 3000 - 140.000.
5. Termasuk reaktif, karena mengandung gugus hidroksil, metoksil, dan karbonil.
6. Bila didistilasi oleh alkali akan terbentuk turunan benzena.
7. Zat Ekstraktif.

### **Delignifikasi**

Lignin mengandung substansi yang kompleks dan merupakan suatu gabungan beberapa senyawa, yaitu karbon, hidrogen, dan oksigen. Proses pemisahan atau penghilangan lignin dari serat selulosa disebut dengan delignifikasi/*pulping*.

Proses pemisahan lignin dibedakan menjadi 3, yaitu :

1. *Mechanical Pulping* (Secara Mekanis)

Proses sangat sederhana dan tidak menggunakan bahan kimia. Pada proses ini, kandungan lignin dan zat lain masih tinggi.

2. *Chemical Pulping* (Secara Kimia)

Proses ini menggunakan bahan kimia pada suhu, tekanan, konsentrasi, dan waktu tertentu. Proses ini menggunakan bahan kimia sebagai bahan utama untuk melarutkan kandungan yang tidak diinginkan, sehingga dihasilkan serat selulosa dengan kadar yang tinggi. Bahan kimia yang digunakan tergantung jenis proses dan jenis bahan bakunya.

Cara kimia ini meliputi tiga proses, yaitu :

a. Proses Sulfat

Proses ini termasuk proses basa (alkali), karena sebagai larutan pemasak dipakai (NaOH). Tujuan pemanasan ini adalah untuk melarutkan lignin sebagian dan zat lain non – selulosa. Setelah terjadi proses pemasakan, lignin dan komponen lainnya dipisahkan dengan pencucian dan penyaringan.

b. Proses Soda

Proses soda merupakan proses *pulping* yang pertama kali dilakukan dengan tujuan komersial. Proses ini merupakan proses alkali, dimana sebagai bahan bakunya digunakan NaOH yang berfungsi melarutkan lignin, karbohidrat, asam organik, dan resin sehingga selulosa terlepas dari ikatannya.

c. Proses Sulfit

Proses ini menggunakan larutan pemasak kalsium, magnesium, amonia, atau sodium bisulfit yang mengandung kelebihan sulfur dioksida atau asam sulfit. Tahap yang dilakukan pada proses ini adalah tahap pemasakan (pemutusan rantai lignin dan selulosa), tahap pencucian (pencucian larutan pemasak), tahap *bleaching* (pemutihan untuk meningkatkan kemurnian).

### 3. Secara Semi Kimia

Proses ini merupakan gabungan dari proses kimia dan mekanik. Untuk memisahkan serat dipakai daya kimia, sedangkan yang tidak hancur menggunakan proses mekanik.

#### **2.1.4 Dampak Positif dan Negatif Pertumbuhan Enceng Gondok**

##### **2.1.4.1 Dampak Positif Pertumbuhan Enceng Gondok**

###### 1. Mencegah Akumulasi Logam Berat

Mengonsumsi ikan air tawar secara terus menerus bias membahayakan bagi tubuh, karena dalam ikan air tawar terdapat logam berat yang apabila akumulasi logam berat dalam tubuh semakin bertambah dalam jangka waktu yang panjang dapat menyebabkan bibir sumbing, penyakit minamata, cacat pada bayi dan kerusakan saraf. Untuk itu perlu adanya penanganan, salah satunya dengan tumbuhan enceng gondok. Dari hasil penelitian, enceng gondok ini mampu menyerap logam berat dalam perairan. Jika itu dilakukan secara terus menerus maka kandungan logam berat dalam air bias mencapai titik 0.

###### 2. Pupuk Organik

Dari hasil penelitian, enceng gondok ini kaya akan asam humat yang menghasilkan senyawa fitohara yang berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan akar pada tanaman, selain itu juga mengandung asam triterpenoid, sianida, alkanoid, dan kaya akan kalsium. Dengan begitu enceng gondok sangat memungkinkan untuk dijadikan pupuk organik. Pupuk organik enceng gondok bias dimanfaatkan untuk jenis sayuran seperti bayam, wortel, cabe, terong, dan buah – buahan. Pupuk organik dari bahan baku enceng gondok ini dapat pula digunakan sebagai media tumbuh persemaian, pembibitan maupun pertumbuhan tanaman wadah (pot). Dengan tersedianya pupuk organik tersebut, diharapkan dapat membantu upaya pemulihan kualitas air danau dan mempercepat upaya pemulihan lahan kritis di daerah tangkapan air danau. Pupuk organik dari enceng gondok dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3. Pupuk Organik Dari Enceng Gondok**

### 3. Biogas

Biogas adalah suatu campuran gas – gas yang dihasilkan dari suatu proses fermentasi bahan organik oleh bakteri dalam keadaan anaerobik (Sahidu, 1983). Untuk itu, enceng gondok juga bisa diolah menjadi biogas. Biogas dari enceng gondok dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



**Gambar 4. Biogas Dari Enceng Gondok**

### 4. Enceng Gondok Sebagai Bahan Pengganti

Enceng gondok memiliki manfaat sebagai bahan pengganti. Enceng gondok dapat dijadikan bahan pengganti pembuat kertas dan rotan. Hanya saja kembali lagi dengan pengetahuan pemerintah dan masyarakat yang masih kurang. Produk yang dihasilkan dari enceng gondok sebagai bahan pengganti rotan dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5. Enceng Gondok Sebagai Bahan Pengganti Rotan Pada Pembuatan Kursi**

5. Sebagai Media Pertumbuhan Jamur

Enceng gondok juga memiliki manfaat sebagai tempat pertumbuhan jamur. Jamur yang dapat tumbuh pada enceng gondok adalah jamur merang. Enceng gondok yang digunakan sebagai media pertumbuhan jamur dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini.



**Gambar 6. Enceng Gondok Sebagai Media Pertumbuhan Jamur**

6. Sebagai Lahan Bisnis Kerajinan

Sebenarnya masyarakat Indonesia sangatlah kreatif karena dapat membuat segala macam hal sebagai bisnis, termasuk pemanfaatan enceng gondok. Di wilayah Jawa Tengah dan Jawa Timur beberapa masyarakat menjadikan tanaman enceng gondok sebagai bahan untuk memproduksi kerajinan tangan seperti tas, dompet, gorden, taplak, dan lainnya. Kerajinan tangan dari enceng gondok dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7. Kerajinan Tangan Dari Enceng Gondok**

#### **2.1.4.2 Dampak Negatif Pertumbuhan Enceng Gondok**

Dampak negatif yang dapat ditimbulkan enceng gondok cukup banyak, maka penanganan atau pengolahan tanaman ini harus dilaksanakan dengan lebih serius. Biaya pengawasan dan penanggulangan masalah enceng gondok ini memang tidak sedikit, karena itu maka partisipasi masyarakat untuk menjaga kondisi lingkungan perairan agar tetap bersih misalnya dengan tidak membuang sampah ke dalam sungai, secara gotong royong mengangkat enceng gondok dari permukaan air sangat diperlukan untuk mengurangi penyebaran tanaman tersebut, sekaligus dapat membantu pemerintah mengurangi beban dana yang harus dikeluarkan bagi pengelolaan tanaman enceng gondok.

Akibat – akibat negatif yang ditimbulkan enceng gondok antara lain:

1. Meningkatnya evapotranspirasi (penguapan dan hilangnya air melalui daun-daun tanaman), karena daun – daunnya yang lebar dan serta pertumbuhannya yang cepat.
2. Menurunnya jumlah cahaya yang masuk ke dalam perairan sehingga menyebabkan menurunnya tingkat kelarutan oksigen dalam air (DO: *Dissolved Oxygens*).
3. Tumbuhan enceng gondok yang sudah mati akan turun ke dasar perairan sehingga mempercepat terjadinya proses pendangkalan.
4. Mengganggu lalu lintas (transportasi) air, khususnya bagi masyarakat yang kehidupannya masih tergantung dari sungai seperti di pedalaman Kalimantan dan beberapa daerah lainnya.
5. Meningkatnya habitat bagi vektor penyakit pada manusia.
6. Menurunkan nilai estetika lingkungan perairan.

Penyebaran tanaman ini dengan cepat telah menimbulkan kerugian ekonomi, sosial dan lingkungan yaitu menutupi jalannya air, mempengaruhi transportasi air untuk pertanian dan pariwisata, menutupi danau dan sungai, menurunkan oksigen yang terlarut (*dissolved oxygen*) pada badan air dan menurunkan produksi perairan (Ding dkk., 2000). Keberadaan enceng gondok sebagai gulma yang sulit diberantas menimbulkan berbagai masalah bukan hanya di Indonesia, tetapi juga di beberapa negara lain di belahan dunia yang sejak lama mendapatkan permasalahan baik sosial, ekonomi maupun lingkungan oleh keberadaan enceng gondok (Kurniawan, 2002).

Berbagai upaya pengendalian telah banyak dilakukan, namun hasilnya kurang memuaskan. Sebagai contoh, upaya pengendalian yang telah dilakukan oleh Perum Otorita Jatiluhur di Bendungan Curug, PT Indonesia Power di Saguling serta dilakukan juga di Cirata, Departemen Pekerjaan Umum di Danau Kerinci dan Rawa Pening, KLH di Danau Limboto, Danau Tempe, dan Danau Tondano. Banyak biaya yang telah dikeluarkan oleh instansi tersebut di atas, namun hasilnya kurang optimal.

Karena enceng gondok dianggap sebagai gulma yang mengganggu, maka berbagai cara dilakukan untuk menanggulangnya. Tindakan – tindakan yang dilakukan untuk mengatasinya antara lain:

1. Menggunakan herbisida
2. Mengangkat enceng gondok tersebut secara langsung dari lingkungan perairan
3. Menggunakan predator (hewan sebagai pemakan enceng gondok), salah satunya adalah dengan menggunakan ikan grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) atau ikan koan. Ikan grass carp memakan akar enceng gondok, sehingga keseimbangan gulma di permukaan air hilang, daunnya menyentuh permukaan air sehingga terjadi dekomposisi dan kemudian dimakan ikan. Cara ini pernah dilakukan di danau Kerinci dan berhasil mengatasi enceng gondok di danau tersebut.

4. Memanfaatkan enceng gondok tersebut, misalnya sebagai bahan pembuatan kertas, kompos, biogas, perabotan, kerajinan tangan sebagai media pertumbuhan bagi jamur merang, dsb.

## 2.2 CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*)

CMC merupakan merupakan eter polimer selulosa linear dan berupa senyawa anion, yang bersifat *biodegradable*, tidak berwarna, tidak berbau, tidak beracun, butiran atau bubuk yang larut dalam air namun tidak larut dalam larutan organik, memiliki rentang pH sebesar 6.5 sampai 8.0, stabil pada rentang pH 2 – 10, bereaksi dengan garam logam berat membentuk film yang tidak larut dalam air, transparan, serta tidak bereaksi dengan senyawa organik. Gambar CMC dapat dilihat pada Gambar 8 berikut ini.



**Gambar 8.** CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*)

CMC telah banyak digunakan dan bahkan memiliki peranan yang penting dalam berbagai aplikasi. Karboksimetil selulosa secara luas digunakan dalam bidang pangan, kimia, perminyakan, pembuatan kertas, tekstil, serta bangunan. Khusus di bidang pangan, karboksimetil selulosa dimanfaatkan sebagai *stabilizer*, *thickener*, *adhesive*, dan *emulsifier*. CMC banyak digunakan pada berbagai industri seperti: detergen, cat, keramik, tekstil, kertas, dan makanan. Fungsi CMC disini adalah sebagai pengental, penstabil emulsi atau suspense, dan bahan pengikat (Wijayani dkk., 2005).

CMC merupakan turunan selulosa yang dibentuk oleh reaksi dengan asam alkali dan kloroasetat. CMC merupakan suatu polimer anionik yang dapat larut di

dalam air yang berasal dari selulosa. CMC adalah bahan pengemulsi yang efektif. Emulsi merupakan suatu jenis koloid dengan fase terdispersi berupa zat cair dan medium pendispersi berupa zat padat, zat cair, atau gas. Pada beberapa produk pangan, sebagian tergolong sebagai emulsi cair. Salah satu parameter yang sangat penting dalam dalam penentuan kualitas produk pangan emulsi adalah kestabilan emulsi. Kestabilan emulsi cair dapat rusak akibat pemanasan, pendinginan, proses sentrifugasi, dan penambahan elektrolit. Hal yang dapat dilakukan untuk menjaga kestabilan emulsi tersebut adalah dengan dengan menambahkan suatu pengemulsi. CMC mampu meningkatkan kualitas produk pangan emulsi karena mempunyai sifat sebagai pengikat, penstabil, penahan air, serta pengental dalam produk pangan emulsi. CMC juga dapat larut dalam air dan mampu memperpanjang umur simpan produk pangan emulsi. Kemampuan atau sifat-sifat yang dimiliki oleh CMC tersebut sangat dibutuhkan oleh produk-produk dalam bentuk emulsi. Hal ini dikarenakan penambahan CMC mampu mengubah sifat reologi yang akan berpengaruh terhadap perbaikan struktur dan tekstur produk emulsi. Sifat reologi yang baik merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam meningkatkan kualitas produk – produk emulsi. Selulosa sebagai bahan pembuatan CMC umumnya berasal dari kayu pepohonan.

## 2.2.1 Sifat Fisik dan Kimia CMC

### 2.2.1.1 Sifat Fisik CMC

Sifat – sifat fisik CMC dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

**Tabel 5. Sifat Fisik CMC**

Sifat Fisik	Nilai
Wujud	Butiran/bubuk tidak berwarna dan tidak berbau
Rumus Molekul	$C_6H_7O_2(OH)_2CH_2COONa$
Berat Molekul	264,204 g/mol
Kelarutan dalam air	Larut
Densitas	1,6 g/cm <sup>3</sup>
Titik leleh	3000 °C
Titik cair	Kecoklatan pada suhu 227 °C
pH	4 – 10
Viskositas	Dalam larutan 1% b/v = 5-13000 cPs
Ketebalan	0,52 g/cm <sup>3</sup>

Sumber : Badan Standarisasi Nasional (BSN), 1995

### **2.2.1.2 Sifat Kimia CMC**

1. Mudah larut dalam air dingin dan air panas
2. Dapat membentuk sifat film yang baik
3. Resistensi terhadap minyak dan pelarut
4. Baik dalam penebalan
5. Fisiologis *inertness*
6. Bersifat anionik
7. Memberikan film transparan
8. Bertindak sebagai koloid pelindung untuk mengurangi kehilangan air

### **2.2.2 Proses Pembuatan CMC**

Proses pembuatan CMC meliputi tahapan proses alkalisasi, karboksimetilasi, netralisasi, dan pemurnian yang meliputi pencucian dan pengeringan. Proses alkalisasi dan netralisasi merupakan tahapan proses yang menentukan terhadap karakteristik CMC yang dihasilkan.

#### **2.2.2.1 Tahap Persiapan Bahan**

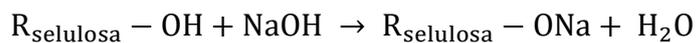
Tahap awal proses produksi yaitu persiapan umpan dengan bahan baku utama berupa selulosa. Selulosa yang digunakan adalah selulosa murni yang telah bebas dari pengotor – pengotor, lignin, serta sisa – sisa tanaman berupa biji, kulit, ranting maupun daun. Selain itu, dilakukan juga persiapan bahan – bahan lain seperti propanol dan ethanol sebagai pelarut organik, NaOH sebagai agen pembentuk selulosa alkali, natrium kloroasetat sebagai reagen karboksimetilasi selulosa alkali, dan asam asetat.

#### **2.2.2.2 Tahap Pereaksian**

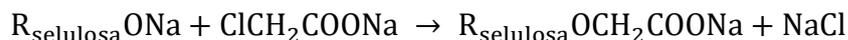
Proses pembuatan CMC melalui 2 (dua) tahap reaksi, yaitu pertama reaksi alkalisasi dan kedua reaksi karboksimetilasi. Pada reaksi tahap pertama, yaitu alkalisasi merupakan reaksi antara selulosa dengan larutan NaOH (basa) menjadi alkali selulosa (selulosa bersifat larut dalam larutan basa). Sedangkan tahap kedua, yaitu karboksimetilasi merupakan reaksi antara alkali selulosa dengan senyawa natrium kloroasetat menjadi CMC yang membentuk larutan

kental (Linda, 2012). Selain pembentukan CMC, terjadi juga pembentukan produk samping dalam bentuk natrium glikolat. Reaksi – reaksi yang terjadi selama pembentukan CMC sebagai berikut :

1. Reaksi Alkalisasi



2. Reaksi Karboksimetilasi



Pada tahap pereaksian, selulosa murni direaksikan dengan NaOH 30 % (v/v) selama 60 menit di dalam propanol, ethanol, dan aquadest agar terjadi reaksi alkalisasi. Agar campuran reaksi merata, serat selulosa harus terbasahi seluruhnya oleh larutan NaOH. Proses yang dilakukan adalah dengan menyemprotkan larutan NaOH ke lembaran – lembaran selulosa. Propanol dan ethanol ini berperan sebagai media reaksi sehingga tidak terjadi reaksi antara propanol dan ethanol dengan kata lain propanol dan ethanol bersifat inert. Sifat fisik dan kimia media reaksi propanol dan ethanol sebagai berikut :

1. Sifat Fisik dan Kimia Propanol

Propanol adalah alkohol primer dengan rumus molekul  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ . Propanol juga dikenal sebagai propil alkohol, n-propil alkohol, n-propanol, atau hanya propanol. Ini merupakan isomer dari 2-propanol. Propan-1-ol merupakan unsur utama minyak fusel, produk-oleh yang terbentuk dari asam amino tertentu ketika kentang atau butir yang difermentasi untuk menghasilkan ethanol. Propanol ditemukan pada tahun 1853 oleh mimbar, yang diperoleh dengan penyulingan fraksional minyak fusel. Zat ini sering digunakan sebagai bahan pelarut dalam industri farmasi, dan untuk resin ester selulosa. Zat ini terbentuk secara alami pada jumlah yang kecil dalam bahan bakar fosil mentah, sebagai hasil fermentasi dan dekomposisi berbagai produk buah – buahan dan sayur – sayuran, dan merupakan bahan aditif yang ditambahkan pada obat atau makanan sebagai pemberi aroma (*flavour*). Keberadaan alkohol seperti propanol di alam ialah terdapat banyak di setiap buah dan sayur-sayuran. Propanol adalah salah satu

alkohol yang paling penting dalam industri. Secara keseluruhan, kegunaan utamanya ialah sebagai pelarut, terutama d tinta cetak, cat, kosmetik, dan pestisida. Berikut ini merupakan sifat fisik dan kimia propanol :

a. Sifat Fisik Propanol

1. Nama IUPAC : 1-propanol.
2. Nama Trivial : propil alkohol.
3. Nama Lain : n-propanol.  
n-propil alkohol.  
Propanol.  
Etil karbinol.  
1-hidroksipropana.
4. Rumus Molekul :  $C_3H_8O$   
 $CH_3(CH_2)_2OH$
5. Massa Relatif : 60,1 g/mol
6. Wujud : cairan tak berwarna
7. Densitas : 0,8034 g/mL
8. Titik Lebur :  $-126,5^{\circ}C$ , 147 K,  $-196^{\circ}F$
9. Titik Didih :  $97,1^{\circ}C$ , 370 K,  $207^{\circ}F$
10. Titik Nyala :  $15^{\circ}C$
11. Kelarutan dalam Air : Larut sempurna
12. Keasaman (pKa) : ~ 16
13. Kekentalan : 1,938 cP
14. Momen Dipol : 1,68 D
15. Bahaya : *Flammable* (F)  
*Irritating* (Xi)

b. Sifat Kimia Propanol

1. Reaksi Dengan Logam Aktif.

Apabila alkohol direaksikan dengan logam aktif (M) maka akan terbentuk logam alkoksi dan gas hidrogen. Jadi apabila n-propanol direaksikan dengan logam maka akan terbentuk logam propoksi.

## 2. Esterifikasi (Pembentukan Ester)

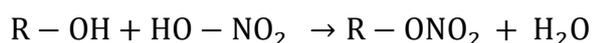
Reaksi esterifikasi terjadi antara alkohol dan asam karboksilat, dimana dalam proses esterifikasi gugus yang terlibat ialah ikatan antara C–OH pada asam karboksilat dan ikatan O–H pada alkohol.



Reaksi berjalan bolak-balik, dan apabila reaksi berjalan ke arah kanan dinamakan reaksi hidrolisis (penguraian ester oleh air) sehingga membentuk alkohol dan asam karboksilat.

## 3. Reaksi dengan Asam Nitrat (HNO<sub>3</sub>)

Alkohol apabila direaksikan dengan asam nitrat maka akan terbentuk alkil nitrat dan air.



## 2. Sifat Fisik dan Kimia Ethanol

Ethanol, disebut juga etil alkohol, alkohol murni, alkohol absolut, atau alkohol saja, adalah sejenis cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, tak berwarna, dan merupakan alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari – hari. Senyawa ini merupakan obat psikoaktif dan dapat ditemukan pada minuman beralkohol dan termometer modern. Ethanol termasuk ke dalam alkohol rantai tunggal, dengan rumus kimia C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH dan rumus empiris C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O. Ethanol merupakan isomer konstitusional dari dimetil eter. Ethanol sering disingkat menjadi EtOH, dengan “Et” merupakan singkatan dari gugus etil (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>).

Ethanol banyak digunakan sebagai pelarut berbagai bahan-bahan kimia yang ditujukan untuk konsumsi dan kegunaan manusia. Contohnya adalah pada parfum, perasa, pewarna makanan, dan obat-obatan. Dalam kimia, ethanol adalah pelarut yang penting sekaligus sebagai stok umpan untuk sintesis senyawa kimia lainnya. Dalam sejarahnya ethanol telah lama digunakan sebagai bahan bakar. Jenis – Jenis Ethanol :

### 1. *Fuel Grade* (jenis untuk bahan bakar)

#### a. Bahan Bakar Kendaraan Bermotor

- b. Bahan Dasar Campuran Thiner
  - c. Bahan Bakar, dll
2. *Food Grade* (jenis untuk makanan)
- a. *Essence*
  - b. Bahan Obat
  - c. Bahan Kosmetik
  - d. Pelarut Parfum
  - e. Minuman
  - f. Pensaosan atau Pencucian Tembakau
  - g. *Analysis*
  - h. Laboratorium
  - i. Klinik
  - j. Farmasi
  - k. Antiseptik
  - l. Desinfektan

a. Sifat Fisik Ethanol

Adapun sifat – sifat fisik ethanol dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini.

**Tabel 6. Sifat Fisik Ethanol**

Sifat – sifat Fisik	Nilai
Berat Molekul	46,07 gr/mol
Titik Lebur	-112 °C
Titik Didih	78,4 °C
Densitas	0,7893 gr/ml
Indeks Bias	1,36143 cP
Viskositas 20 °C	1,17 cP
Panas Penguapan	200,6 kal/gr
Cairan Tidak Berwarna	
Dapat Larut Dalam Air dan Eter	
Memiliki Bau Yang Khas	

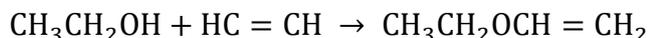
Sumber : Perry, 1999

b. Sifat Kimia Ethanol

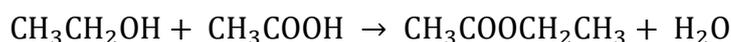
Ethanol selain memiliki sifat – sifat fisik juga memiliki sifat – sifat kimia. Sifat kimia ethanol antara lain :

1. Merupakan pelarut yang baik untuk senyawa organik

2. Mudah menguap dan mudah terbakar
3. Bila direaksikan dengan asam sulfida akan membentuk alkil halida dan air



4. Bila direaksikan dengan asam karboksilat akan membentuk ester dan air



5. Dehidrogenasi ethanol menghasilkan asetaldehid
6. Mudah terbakar di udara sehingga menghasilkan lidah api (*flame*) yang berwarna biru muda dan transparan, dan membentuk  $\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{CO}_2$

Lembaran selulosa selanjutnya direaksikan dengan natrium kloroasetat. Natrium kloroasetat dimasukkan ke dalam tangki setelah NaOH dan propanol bercampur sempurna. Natrium kloroasetat memiliki sifat fisik dan kimia yang dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8 berikut ini.

**Tabel 7. Sifat Fisik Natrium Kloroasetat**

Sifat Fisik	Nilai
Rumus Molekul	$\text{C}_2\text{H}_2\text{ClNaO}_2$
Berat Molekul	116.47 g/mol
Kelarutan Dalam Air	820 g/l (20 <sup>0</sup> C)
<i>Bulk Density</i>	850 kg/m <sup>3</sup>
Titik Nyala	270 <sup>0</sup> C
Ph	4.5 -9 (50 g/l , $\text{H}_2\text{O}$ 20 <sup>0</sup> C)

**Tabel 8. Sifat Kimia Natrium Kloroasetat**

Sifat Kimia
Mudah ditangani daripada asam kloroasetat
Larut dalam air dan ethanol
Tidak larut dalam aseton, benzen, eter, dan karbon tetraklorida
Tidak mudah terbakar
Sifat racun rendah
Kegunaan sebagai pewarna, vitamin, farmasi

Setelah natrium kloroasetat dimasukkan ke dalam tangki yang di dalamnya terdapat NaOH dan propanol bercampur sempurna selanjutnya dilakukan pemanasan hingga temperatur 55<sup>0</sup>C dan dipertahankan selama 3,5 jam sambil terus dilakukan pengadukan. Produk yang dihasilkan adalah garam CMC.

### **2.2.2.3 Tahap Penetralan**

Setelah tahap pereaksian dilakukan tahap penetralan. CMC teknikal yang diperoleh mengandung campuran NaCl dan Na-glikolat. Campuran tersebut dipisahkan dari produk murni. Asam glikolat yang dihasilkan tersebut tidak praktis untuk diubah kembali menjadi asam kloroasetat. Oleh karena itu, *crude* CMC dinetralkan dengan asam asetat bertujuan untuk menghilangkan kadar natrium glikolatnya.

### **2.2.2.4 Tahap Pencucian**

*Crude* CMC yang telah dinetralkan selanjutnya dicuci dengan ethanol 70 % (v/v). Tujuan tahap pencucian ini adalah untuk menyingkirkan natrium glikolat yang merupakan produk samping dari tahap pereaksian serta pengotor – pengotor lain yang masih terkandung di dalam *crude* CMC. Tahap pencucian ini juga menyebabkan kandungan propanol di dalam CMC menurun menjadi 5 % berat.

### **2.2.2.5 Tahap Pengeringan**

Tahap pengeringan dilakukan setelah produk dicuci, tahap ini bertujuan untuk mengurangi kadar air dari CMC. Produk tersebut dikeringkan dengan menggunakan udara kering bertemperatur 70 °C. Produk yang dihasilkan berupa CMC yang memiliki derajat penggantian minimum 0,8 dan kandungan air maksimum 5 % berat.

### **2.2.3. Pemanfaatan CMC**

CMC dapat digunakan dalam beberapa bidang industri. Pemanfaatan CMC dalam industri dapat dijelaskan pada Tabel 9.

**Tabel 9. Pemanfaatan CMC dalam Industri**

Industri	Penggunaan	Fungsi
Pangan	Makanan beku	Menghambat pertumbuhan kristal es
	<i>Topping</i> makanan, minuman sirup	Pengental
	Makanan yang dipanggang	Pengental, pemberi rasa
	Makanan hewan	Pengikat air, peliat adonan, pengental, pengekstruksi
Farmasi	Tablet	Pengikat, pembantu pembutiran
	Obat pencahar	Pengikat air
	Obat salep, <i>lotion</i>	Penstabil, pengental, pembentuk film
Kosmetik	Pasta gigi	Pengental, pensuspensi
	Gigi palsu	Perekat
	Produk <i>gel</i>	Pembentuk <i>gel</i> , pembentuk film
Produk kertas	Aditif	Pengikat, peningkat kekuatan
Perekat	Pelapis, ukuran	Pengikat air, pengental
	Perekat pelapis dinding	Pengikat air
	Tembakau	Pengikat, pembentuk film
Keramik	Pelapis	Pengikat
	Batang pengelas	Pengikat, pengental, pelumas
Deterjen	Sabun cuci	Antiredeposisi
Tekstil	Pelengkung	Pengukur besar film, perekat

Sumber : Kirk Othmer, 1964