

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Ampas Tebu

Ampas tebu merupakan serat alam yang banyak terdapat di Indonesia. Ampas tebu termasuk serat limbah organik yang mudah di peroleh karena merupakan hasil samping dari tanaman tebu. Tebu merupakan salah satu jenis tanaman yang hanya dapat ditanam di daerah yang memiliki iklim tropis (Andaka, 2010). Adapun gambar ampas tebu dapat dilihat pada Gambar 2.1



(A)

(B)

Gambar 2.1 (A) Tebu, (B) Serat Tebu,

Ampas tebu sendiri berasal dari tanaman tebu yang memiliki klasifikasi yaitu sebagai berikut :

- Kingdom : *Plantae* (tumbuhan)
- Sub Kingdom : *Tracheobionta* (tumbuhan berpembulu)
- Super Devisi : *Spermatophyta* (menghaislkan biji)
- Devisi : *Magnoliphyta* (tumbuhan berbunga)
- Kelas : *Liliopsida* (berkeping satu/monokotil)
- Ordo : *Poales*
- Famili : *Graminea* atau *Poaceae* (suku rumput)
- Genus : *Saccharum*
- Spesies : *Saccharum Officinarum* Linn

Ampas tebu pada dasarnya mengandung 32-44% selulosa. Serat ampas tebu merupakan limbah organik memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi dapat

terdegradasi secara alami atau yang biasa disebut dengan proses *biodegradable* sehingga nantinya dengan pemanfaatan sebagai serat penguat komposit mampu mengatasi permasalahan lingkungan terutama penggunaan plastik (Yudo dan jatmiko, 2008). Komposisi kimia Ampas Tebu dapat dilihat pada Tabel 2.1.

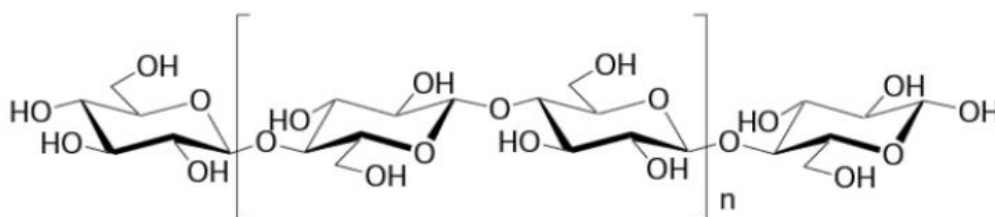
Tabel 2.1 Komposisi Kimia Ampas Tebu

No	Komposisi Kimia	(%)
1	Selulosa	37,65
2	Lignin	22,09
3	Pentosa	27,97
4	SiO <sub>2</sub>	3,01
5	Abu	3,82
6	Sari	1,81

\*)Sumber : Patricia Lucky Yoseva, dkk., 2015

## 2.2 Selulosa

Selulosa merupakan *homopolisakarida linier* yang terdiri dari unit  $\beta$ -D-*glukopiranososa* yang terhubung oleh sambungan  $\beta$ -D-4. Masing-masing monomer mengandung 3 gugus hidroksil. Hal ini yang kemudian menjelaskna bahwa gugus hidroksil ini dan kemampuannya untuk membentuk ikatan hydrogen berperan penting dalam pembentukan struktur kristal dan sifat fiisk selulosa (Hairani,2014). Selulosa merupakan substansi organik yang melimpah di alam dan merupakan komponen utama dari dinding sel tumbuhan, memiliki unsur kimia yang terdiri dari C, O dan H yang membentuk rumus molekul  $(C_6H_{10}O_5)_n$  yang merupakan *polisakarida* yang tersusun atas *beta-glukosa* (Fauzi, 2015). Struktur kimia dasar dari selulosa dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Struktur Kimia Selulosa (Siqueira,2010)

Untuk mengetahui kualitas dari selulosa, antara lain dengan pemantauan derajat polimerisasi (DP). Berdasarkan derajat polimerisasi dan kelarutan dalam senyawa natrium hidroksida (NaOH) 17,5%, selulosa dapat dibedakan atas tiga jenis sebagai berikut :

1.  $\alpha$ -Selulosa adalah selulosa berantai Panjang dan tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan derajat polimerisasi 600-1500.  $\alpha$ -Selulosa dipakai sebagai penduga dan atau penentu tingkat kemurnian selulosa.
2.  $\beta$ -Selulosa adalah selulosa berantai pendek dan larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan derajat polimerisasi 15-90.
3.  $\gamma$ -Selulosa adalah sama dengan  $\beta$ -Selulosa tetapi derajat polimerisasinya kurang dari 15.

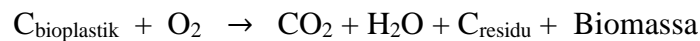
Berdasarkan derajat polimerisasi dan kelarutan selulosa dalam NaOH maka proses delignifikasi dilakukan dengan menggunakan konsentrasi NaOH yang tidak melebihi 17,5%. Tujuan proses delignifikasi yaitu untuk menghilangkan komponen-komponen selain selulosa, seperti lignin, hemiselulosa, holoselulosa dan komponen lain yang dapat larut dalam NaOH. Menurut Dewanti (2018), konsentrasi NaOH yang digunakan pada proses delignifikasi tidak boleh melebihi 17% karena selulosa akan mengalami perubahan strujtur yang sangat berbeda dari aslinya pada konsentrasi 15-20%. Berdasarkan acuan tersebut maka pada penelitian ini, konsentrasi NaOH yang digunakan sebesar 10%.

### **2.3 Bioplastik (Plastik *Biodegradable*)**

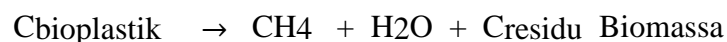
Bioplastik merupakan salah satu biopolimer yang dapat terurai secara alami oleh bantuan bakteri, jamur, alga atau mengalami hidrolisis dalam larutan berair. Plastik biodegradable atau lebih dikenal dengan bioplastik merupakan plastik yang sifatnya dapat kembali ke alam karena dapat terurai secara alami di alam oleh aktivitas mikroorganisme (Najih, 2018). ASTM (*American Society for Testing of Materials*) dan ISO (*International Standards Organization*) mendefinisikan plastik biodegradable sebagai plastik yang bisa mengalami perubahan signifikan dalam struktur kimia pada kondisi lingkungan yang spesifik. Plastik *biodegradable* mengalami degradasi melalui aksi natural dari jamur (fungi), bakteri, dan alga (Anggarini, 2013).

Degradasi (*degradation*) merupakan proses satu arah (*irreversible*) yang mengarah pada perubahan signifikan dari suatu struktur material, dengan cara kehilangan komponen, misalnya berat molekul atau berat struktur, disertai dengan pemecahan (*fragmentation*). Degradasi disebabkan oleh kondisi lingkungan dan terjadi dalam satu tahap atau lebih, sedangkan plastik *biodegradable* menunjukkan keadaan plastik yang terdegradasi sebagai hasil dari aktivitas alam yang melibatkan mikroorganisme seperti bakteri, jamur dan alga. Plastik *biodegradable* dapat terdegradasi oleh lingkungan tertentu misalnya tanah, kompos, atau lingkungan perairan (Anggarini, 2013).

Tingkat degradasi bioplastik bervariasi tergantung suhu, stabilitas polimer dan tersedianya oksigen. Proses degradasi secara kimia lingkungan terbagi menjadi 2 lingkungan degradasi, yaitu lingkungan biotik dan abiotik. Degradasi dalam lingkungan biotik umumnya terjadi karena serangan mikroba seperti; bakteri, kapang, ganggang dan lainnya, sedangkan proses degradasi pada lingkungan abiotik meliputi degradasi karena sinar UV, panas, hidrolisis, oksidasi (Ikhwanuddin, 2018). Menurut Mandal (2017), degradasi dapat terjadi secara aerob (memerlukan oksigen) dan anaerob (tanpa oksigen). Adapun proses degradasi bioplastik secara aerob, yaitu :



Dan proses degradasi bioplastik secara anaerob :



Menurut Utami, dkk (2014), Bioplastik dapat diklasifikasikan ke dalam 4 kategori berdasarkan komposisi kimianya, asal dan metode sintesis, yaitu :

1. Polimer langsung dari biomassa (misalnya pati, protein dan selulosa).
2. Polimer yang dihasilkan oleh sintesis kimia dari monomer bioderived (misalnya PLA, berbasis bio PE).
3. Polimer yang dihasilkan oleh mikroba fermentasi (misalnya polihidroksi alkanoat).
4. Polimer yang dihasilkan oleh bahan kimia dari kedua monomer bio yang diturunkan dan monomer berbasis minyak bumi (misalnya polibutilen suksinat/PBS, politrimetilen tereftalat/PTT).

Bioplastik dapat diubah menjadi biomassa  $H_2O$ ,  $CO_2$  atau  $CH_4$  melalui tahapan depolimerisasi dan mineralisasi. Depolimerisasi terjadi karena enzim ekstraseluler yang terdiri atas endo dan ekso enzim. Endo enzim memutus ikatan internal pada rantai utama polimer secara acak dan ekso enzim memutus unit monomer pada rantai utama secara berurutan. Bagian- bagian oligomer yang terbentuk dipindahkan kedalam sel dan menjadi mineralisasi. Proses mineralisasi membentuk  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $CH_4$ ,  $O_2$  garam-garam, mineral dan biomassa (Sari, 2020). Menurut Reddy, dkk (2013), ada beberapa keuntungan dari bioplastik, yaitu :

1. Mengurangi emisi  $CO^2$  : Satu metrik ton bioplastik menghasilkan antara 0,8 dan 3,2 metrik ton karbon dioksida lebih sedikit dari satu ton metrik plastik berbasis minyak bumi.
2. Alternatif yang murah : mengatasi masalah semakin berkurangnya sumber minyak bumi dengan kenaikan harga minyak yang semakin meningkat sebagai bahan pembuatan plastik konvensional.
3. Mengurangi limbah : penggunaan bioplastik mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan oleh plastik konvensional.
4. Manfaat untuk ekonomi di pedesaan : Harga tanaman, seperti jagung, telah meningkat tajam ditengah kepentingan global dalam produksi biofuel dan bioplastik. Beberapa negara di seluruh dunia telah memanfaatkan tanaman sebagai bahan baku alternatif minyak untuk menjaga lingkungan dan memenuhi ketersediaan energi.
5. *Reduced Carbon Footprint* : Plastik berbasis minyak membutuhkan bahan bakar fosil sebagai bahan baku utama. Selain itu, plastik berbasis minyak seperti PP dan PS memerlukan lebih banyak energi selama proses pengembangan plastik bila dibandingkan dengan bioplastik. Analisis Siklus Hidup untuk khusus PP atau PS plastik menunjukkan *carbon footprint* sekitar 2,0 kg setara  $CO^2$  per kg plastik (dari buaian hingga gerbang pabrik). Emisi  $CO^2$  ini 4 kali lebih tinggi dari emisi  $CO^2$  untuk resin *Poly Lactic Acid* ( PLA ).
6. *Multiple end-of-life options*: Bahan baku yang berharga dapat direklamasi dan didaur ulang menjadi produk baru, mengurangi kebutuhan bahan baru dan dampak negatif terhadap lingkungan dari 'digunakan' produk plastik dapat dikurangi, jika tidak, dihilangkan.

Plastik *biodegradable* dapat dibuat dari plastik konvensional, namun pembuatannya dicampur dengan bahan dasar material yang mudah terurai, yaitu dari senyawa-senyawa yang terdapat pada tanaman seperti selulosa dan protein. Pembuatan plastik dengan penambahan material ini dapat mempermudah proses degradasi oleh bakteri dengan cara memutuskan rantai polimer menjadi monomer-monomernya. Senyawa hasil degradasi polimer akan menghasilkan karbon dioksida dan air, serta menghasilkan senyawa organik lain yaitu asam organik dan aldehid yang tidak berbahaya bagi lingkungan. Berikut ini adalah perbandingan jenis plastik konvensional (polimer sintetis) dengan plastik *biodegradable* dalam berbagai aspek, yaitu dapat dilihat pada Tabel 2.2 Perbandingan Plastik Konvensional dengan Plastik *Biodegradable*

Aspek	Plastik Konvensional	Plastik <i>Biodegradable</i> / Bioplastik
Bahan Baku	Sebagian besar dibuat dari bahan yang tidak dapat diperbaharui (minyak bumi)	Dibuat dari bahan yang dapat diperbaharui (bahan nabati)
Teknologi	Sudah menggunakan teknologi yang canggih dan terbaru	Masih dalam tahap pengembangan dan sebagian besar masih dalam tahap penelitian
Sosial	Sudah digunakan secara komersial dan dikenal masyarakat	Belum digunakan secara komersial dan belum banyak dikenal masyarakat
Ekonomi	Harga lebih murah	Harga sedikit lebih mahal
Lingkungan	Tidak ramah lingkungan (dibutuhkan waktu 100 hingga 500 tahun untuk dapat terdegradasi oleh alam) (Disperkimta,2019)	Ramah lingkungan (dapat terdegradasi oleh alam dalam waktu yang singkat sekitar 3-6 bulan) dan emisi karbon yang rendah

\*)Sumber : Kamsiati, dkk., 2017

Bioplastik berbahan dasar selulosa memiliki sifat hidrofobik (tahan air), mudah dibentuk dan memiliki stabilitas yang tinggi. Selulosa merupakan polimer glukosa yang berbentuk rantai linier dan bersifat semikristalin sehingga memiliki sifat yang kuat dan kaku serta tidak mudah larut dalam air.

#### 2.4 Standar Nasional Indonesia (SNI) Bioplastik

Badan Standardisasi Nasional telah menetapkan Standar Nasional Indonesia untuk bahan plastik *biodegradable* atau bioplastik. Standar mutu bioplastik harus

dipenuhi sebagai syarat produk yang ramah lingkungan. Pada tahun 2016, Badan Standardisasi Nasional (BSN) telah mengeluarkan standar bioplastik berdasarkan aspek lingkungan yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI), yaitu dapat dilihat pada Tabel 2.3. Dalam memenuhi syarat mutu bioplastik yang baik, perlu diperhatikan juga karakteristik bioplastik, yaitu sifat mekanik. Sifat mekanik biopolimer merupakan gabungan antara kekuatan yang tinggi dan elastisitas yang baik, sifat ini disebabkan oleh adanya dua macam ikatan dalam bahan biopolimer, yaitu ikatan yang kuat antara atom dan interaksi antara rantai polimer yang lemah (Ikhwanuddin, 2018). Adapun sifat mekanik dari plastik yang sesuai SNI dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Sifat Mekanik Plastik sesuai SNI

No.	Karakteristik	Nilai
1	Kuat Tarik (MPa)	24,7 – 302
2	Elongasi (%)	21 - 220

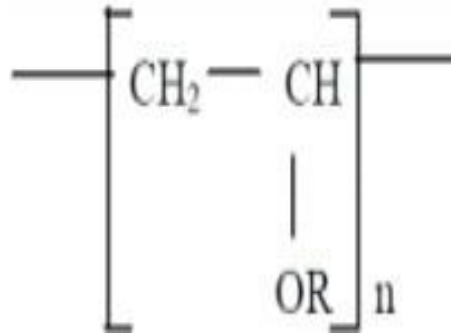
\*)Sumber : Melani,dkk., 2017

## 2.5 Termoplastik Pati Singkong (TPS)

Pati adalah karbohidrat yang merupakan polimer glukosa, dan terdiri atas amilosa dan amilopektin (Jacobs dan Delcour 1998). Pati dapat diperoleh dari bijibijian, umbi-umbian, sayuran, maupun buah-buahan. Sumber alami pati antara lain adalah jagung, labu, kentang, ubi jalar, pisang, barley, gandum, beras, sagu, amaranth, ubi kayu, ganyong, dan sorgum. Pemanfaatan pati asli masih sangat terbatas karena sifat fisik dan kimianya kurang sesuai untuk digunakan secara luas. Oleh karena itu, pati akan meningkat nilai ekonominya jika dimodifikasi sifat-sifatnya melalui perlakuan fisik, kimia, atau kombinasi keduanya (Liu et al. 2005). Pati singkong adalah pati yang didapatkan dari umbi singkong (*Manihot utilissima*). Sampai saat ini, pati singkong telah banyak dieksploitasi secara komersial dan masih merupakan sumber utama kebutuhan pati. Pati yang diperoleh dari ekstraksi umbi singkong ini akan memberikan warna putih jika diekstraksi secara benar. Pati singkong memiliki granula dengan ukuran 5-35  $\mu\text{m}$  dengan rata-rata ukurannya di atas 17  $\mu\text{m}$ .

## 2.6 Polivinil Alkohol (PVA)

Polivinil alkohol (PVA) merupakan zat yang tidak berasa, tidak berbau, dapat terurai oleh alam dan biokompatibel. Selain dapat terlarut dalam air, Polivinil alkohol juga dapat larut dalam etanol. Namun, zat ini tidak dapat larut dalam pelarut organik. Struktur kimia polivinil alkohol (PVA) disajikan pada Gambar 2.2 sebagai berikut.



Gambar 2.5 Struktur kimia Polivinil Alkohol

Polivinil alkohol adalah polimer sintetik yang larut dalam air dengan rumus  $(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_n$ . PVA berfungsi sebagai agen pelapis, pelumas, zat penstabil, dan dapat meningkatkan viskositas agen. Dalam formulasi farmasi polimer PVA digunakan terutama dalam farmasi dan topikal formulasi oftalmik sebagai penstabil agen untuk emulsi. PVA juga digunakan sebagai zat penambah viskositas untuk formulasi kental seperti produk oftalmik. PVA juga digunakan untuk pelumasan yang digunakan dalam air mata buatan dan lensa kontak. Dalam formulasi rilis berkelanjutan untuk pemberian oral dan di patch transdermal. Polivinil alkohol dapat dibuat menjadi mikrosfer bila dicampur dengan larutan glutaraldehyde. PVA bersifat tidak berbau, berwarna putih sampai berwarna krim, dan bentuknya bubuk granular.