

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 *State of the art***

Bioplastik merupakan bahan material yang ramah lingkungan dan mudah diuraikan kembali baik secara mikro organisme maupun secara alami. Bioplastik pada umumnya terbuat dari material yang dapat diperbaharui seperti senyawa-senyawa pada tanaman maupun hewan misalnya pati, selulosa, kolagen, kasein, protein atau lipid (Ummah, 2013). Selulosa merupakan material biopolymer yang dapat diperoleh pada tumbuhan hasil pertanian salah satunya jerami padi.

Berdasarkan penelitian (Pratiwi dkk., 2016) pembuatan bioplastik menggunakan metode inversi fasa dengan varian jumlah kitosan dan pulp selulosa jerami padi 3:10, 4:10 dan 5:10. Analisis morfologi menunjukkan bioplastik terbentuk belum homogen dan pada analisa gugus fungsi tidak ditemukan gugus fungsi baru. Pengujian mekanik dilakukan dengan untuk mengetahui nilai kuat tarik secara berturut-turut 4,2 MPa, 13,8 MPa dan 4,1 MPa.

Berdasarkan penelitian (Setiawan dkk., 2021) mensintetis bioplastik dari bahan baku jerami dengan larutan etanol 5% dan 35%. Bioplastik jerami dibuat dengan memadukan 2 massa yaitu pati dan selulosa dengan takaran 1:0,5; 1:1; dan 1:1,5. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pengguna massa pati dengan selulosa 1:0,5 pada konsentrasi delignifikasi etanol 35% memiliki nilai kuat tarik 8,773MPa.

Berdasarkan penelitian (Maladi irham, 2019) pati kulit singkong dipadukan dengan selulosa jerami padi, PVA dan ZnO, metode yang digunakan berupa *melt-intercalation*. Hasil penelitian ini menunjukkan bioplastik yang terbaik berada pada pengguna selulosa 1,2 g dengan hasil pengujian tarik 37,38 MPa. Sedangkan untuk pertambahan Panjang berada pada PVA 1,2 g yaitu sebesar 73%. Uji ducan dilakukan dengan kepercayaan 95% dan didapatkan campuran optimal bioplastic dengan komposisi pati 5g; selulosa 1,2g; PVA 0,3g dan ZnO 0,3g.

Berdasarkan penelitian (Ishmatu Sholikhah dkk., t.t.) selulosa dari jerami padi ditambahkan dengan pemplastik berupa gliserol dan kitosan. Hasil penelitian menunjukkan penambahan gliserol 3 ml dan kitosan didapatkan karakteristik material yaitu kuat tarik 13,8 MPa, *water up-take* 13,8% dan pengurangan massa 21,31% dalam biodegradasi selama 15 hari.

Berdasarkan penelitian (Lestari, 2022) selulosa jerami padi dicampurkan dengan pati kulit pisang raja dengan komposisi sampel A (0:2), B (0,25:1,75), C (0,5:1,5), D (0,75:1,25) dan sampel E (1:1). Dengan tambahan *plasticizer* sorbitol. Hasil penelitian karakterisasi bioplastik dengan komposisi optimum terdapat pada komposisi (1:1) dimana memiliki nilai serap air sebesar 16,13%, kemampuan degradasi sebesar 67%, nilai kuat tarik sebesar 11,24 MPa, nilai persen pemanjangan sebesar 3,99% dan nilai modulus elastisitas sebesar 281,59 MPa.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut penggunaan jerami padi sebagai bahan baku bioplastik berupa selulosa jerami ditambahkan dengan *plasticizer* berupa kitosan dan sorbitol sebagai pemplastis. Dari penelitian sebelumnya juga membuktikan bahwa jerami padi dapat digunakan untuk bahan baku pembuatan bioplastik. Dengan didasari oleh penelitian-penelitian sebelumnya maka penulis akan membuat sebuah penelitian tentang propertis mekanik pada bioplastik *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) yang bisa didapatkan pada jerami padi.

## 2.2 Jerami Padi

Jerami padi merupakan batang non kayu yang berasal dari tanaman padi yang sudah diambil buah padinya sehingga tinggal batang dan daunnya saja. Penggunaan jerami padi pada umumnya hanya digunakan untuk pakan ternak dan kerajinan. Limbah jerami padi yang tidak terpakai umumnya dibakar akan tetapi hal ini akan menimbulkan pencemaran udara lingkungan akibat pembakaran jerami padi yang menghasilkan polutan CO<sub>2</sub>, NO dan SO.

Menurut (Pratiwi dkk., 2016) jerami padi mempunyai 37,71% selulosa, 21,99% hemiselulosa dan 16,62% lignin. Dengan jumlah selulosa yang cukup tinggi pada

jerami padi maka dapat dimanfaatkan untuk berbagai hal salah satunya yaitu sebagai bahan bioplastik serta dapat dijadikan *Cabrboxymetyhl Cellulose* (CMC).

### 2.3 Bioplastik

Plastik merupakan senyawa polimer yang dibentuk melalui serangkaian polimerisasi molekul-molekul kecil hidrokarbon yang membentuk rantai Panjang dengan struktur yang kaku. Plastik sendiri terbuat dari senyawa sintesis dari minyak bumi yang dibuat dengan reaksi polimerisasi molekul-molekul kecil yang sama. Plastik memiliki titik didih dan titik beku yang beragam, monomer yang sering digunakan pada pembuatan plastik seperti etena ( $C_2H_4$ ), Propena ( $C_3H_6$ ), styrene ( $C_8H_8$ ), vinil klorida, nylon dan karbonat ( $CO_3$ ). Plastik tidak dapat dihancurkan secara alami (*non-biodegradable*) sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan karena hal tersebut plastik tidak dapat di pertahankan penggunaannya secara luas karena akan menambah persoalan limbah plastik dan kesehatan yang akan datang (Coniwati dkk,2015)

Untuk mengurangi jumlah limbah dan pencemaran yang di akibatkan oleh plastik. Maka diperlukan sebuah inovasi dan perkembangan dalam pembuatan plastik, saat ini telah dikembangkan suatu material yang ramah lingkungan yaitu bioplastik. Bioplastik merupakan bahan material plastik yang dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme atau secara alami menjadi senyawa yang ramah lingkungan. Perbedaan antara plastik sintetis dan bioplastik terdapat pada bahan yang digunakan. Plastik sintetis menggunakan minyak bumi untuk bahan utamanya, sementara pada bioplastik terbuat dari material yang dapat diperbaharui seperti senyawa-senyawa yang terdapat dalam tanaman dan hewan misalnya pati, selulosa, kolagen, kasein, protein atau lipid yang terdapat dalam hewan dan tumbuhan(Ummah, 2013).

Berdasarkan kualifikasi sumbernya bioplastik terbagi menjadi 3 kategori yaitu lemak (asam lemak, asigliserol), komposit (campuran hidrokolid dan lemak) dan hidrokolid (protein dan polisakarida). Karakteristik bioplastik sendiri yaitu kuat

tarik (*tensile strength*), persen perpanjangan (*elongation %*), Ketebalan (mm), Ketahanan air (*water uptake%*) dan biodegradasi.

Kuat tarik merupakan gaya maksimum yang dapat diterima oleh material. Parameter ini akan menggambarkan berapa besar kekuatan gaya tarik yang bisa diterima oleh material tersebut. Alat yang akan digunakan untuk proses uji tarik dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 2.1** Mesin Uji Tarik  
(Sumber: Lab Konversi Energi COE)

Kekuatan tarik didapatkan berdasarkan beban maksimum ( $F_{maks}$ ) yang dibagi dengan luas penampang awal film ( $A_0$ ), dengan persamaan rumus sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A_0} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

$\sigma$  = Kekuatan tarik (Mpa)

$F_{maks}$  = Beban maksimum (Newton)

$A_0$  = Luas Penampang ( $m^2$ )

Persen perpanjangan (*elongation%*) merupakan ratio pertambahan panjang suatu film sebelum putus (Dermawan dkk., 2020). Pada umumnya adanya penambahan *plasticizer* dalam jumlah lebih besar akan menghasilkan nilai persen

pemanjangan suatu film semakin lebih besar. Tanpa penambahan *plasticizer*, amilosa dan amilopektin akan membentuk suatu film dan struktur dengan satu daerah kaya amilosa dan amilopektin. Interaksiinteraksi antara molekul-molekul amilosa dan amilopektin mendukung formasi film, menjadikan film jadi rapuh dan kaku. Untuk menghitung nilai elastisitas pada suatu material dapat dicari dengan perbandingan antara pertambahan panjang dibagi dengan panjang awal film, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100 \% \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

$\varepsilon$  = Elastisitas / renggangan (%)

$\Delta l$  = Pertambahan panjang (cm)

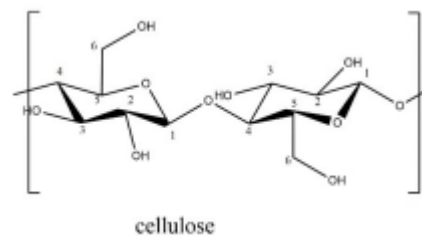
$l_0$  = Panjang mula-mula material yang sudah terukur (cm)

Ketebalan atau *thickness* (mm) merupakan sifat fisik yang akan menentukan kualitas dan penggunaan kemasan. Dalam kasus film kemasan sendiri ketebalan dapat mempengaruhi beberapa aspek diantaranya ketahanan film terhadap laju perpindahan uap, gas, air, dan senyawa volatin lainnya. Ketebalan kemasan makasan sendiri sudah di atur oleh badan POM RI dimana produksi kemasan fleksibel OPP (*oriented polypropylene*) memiliki tingkat ketebalan 18, 20, 25 dan 30 mikron. Pada bahan kemasan PET memiliki ketebalan kisaran 12 dan 25 mikron. Sedangkan pada bahan kemasan dari Biorenten Polyamide (BOPA) memiliki ketebalan kisaran 15 mikron. Untuk mencari ketebalan rata pada film bioplastik maka dapat menggunakan ASTM D 1005-95 dengan perhitung lima titik, untuk persamaan sebagai berikut:

$$\text{Ketebalan rata-rata} = \frac{(\text{titik 1} + \text{titik 2} + \text{titik 3} + \text{titik 4} + \text{titik 5})}{5} \dots\dots\dots (2.3)$$

## 2.4 Cellulose

*Cellulose* atau selulosa merupakan polimer karbohidrat yang tersusun atas  $\beta$ -D Glukopiranososa dan terdiri berdasarkan tiga gugus hidroksi per anhidro glukosa yang menjadikan selulosa mempunyai derajat fungsional tinggi (Aulia & Gea, 2013). Selulosa sendiri dapat diperoleh pada tumbuhan pertanian seperti tanda kelapa sawit, jerami padi dan hasil pertanian yang lianya. Gambar berikut akan menunjukkan struktur pada *cellulose*.

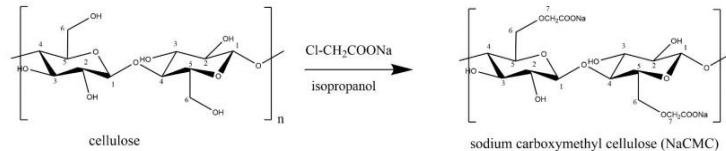


**Gambar 2.2** Stuktur Selulosa  
(Sumber: Ndruru dkk., 2022)

. Untuk mendapatkan selulosa alam dapat dilakukan dengan metode perlakuan fiber. Perlakuan fiber merupakan perlakuan ditujukan untuk menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa pada tumbuhan. Dengan perlakuan ini maka dapat memperbaiki sifat mekanik pada material dengan memperbaiki dan meningkatkan jumlah serat permukaan selulosa serta indeks kristalinitas serat (Ilyas dkk., 2017). Perlakuan fiber terbagi menjadi 3 metode yaitu perlakuan alkali, perlakuan organik dan perlakuan biologi. Perlakuan alkali merupakan perlakuan kimia yang ditujukan untuk meningkatkan selulosa dengan menghilangkan hemiselulosa dan lignin dengan bantuan zat NaOH (Witono dkk., 2013). Perlakuan biologi merupakan perlakuan menggunakan bahan methanol dan ethanol sebagai zat untuk meningkatkan nilai selulosa serta menghilangkan lignin dan hemiselulosa. (Zhao dkk., 2009). Perlakuan biologi merupakan perlakuan dengan menggunakan enzim yang berasal dari mikroorganisme. Secara umum perlakuan biologi menggunakan jamur bernama *Trichoderma reesei* yang dimana memiliki kandungan enzim selulosa sampai (Devi dkk., 2019).

## 2.5 CarboxyMethyl Cellulose (CMC)

*Carboxymethyl Cellulose* (CMC) adalah polikarbonat tidak beracun, turunan dari selulosa bersifat biokompatibel dan biodegradable (Nurlaila, 2021). *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) merupakan koloid hidrofilik yang memiliki sifat untuk mengikat air sehingga dapat memberikan tekstur yang seragam meningkatkan kekentalan dan cenderung membatasi pengembangan. Untuk mendapatkan CMC dapat dibuat dengan cara mereaksikan selulosa dengan larutan NaOH, kemudian ditambahkan dengan natrium monokloroasetat. Untuk melihat proses sintesis CMC dapat dilihat pada gambar berikut.

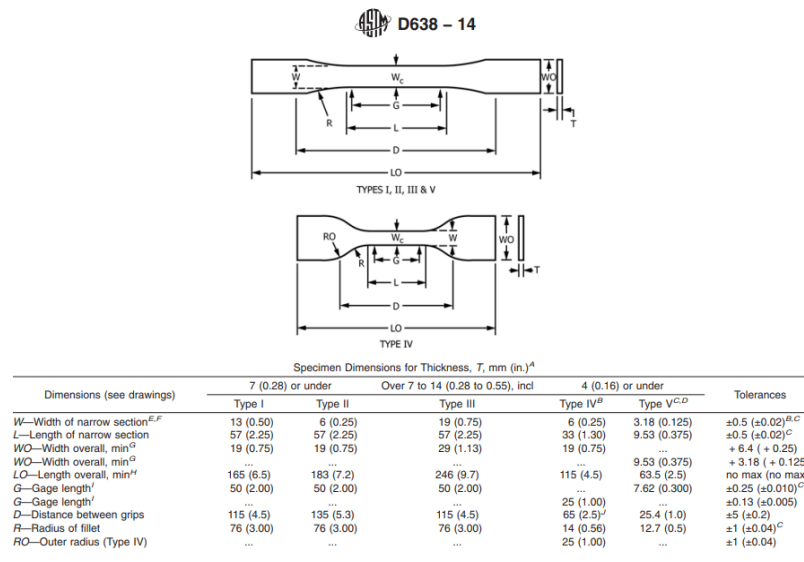


**Gambar 2. 3** Proses Sintesis Selulosa Karbosimetil Selulosa  
(Sumber: Ndruru dkk., 2022)

CMC sendiri memiliki sifat yang mudah larut pada air panas maupun air dingin, mudah membentuk lapisan dan bersifat stabil terhadap lemak. Sifat hidrofilik pada CMC pada penambahan film bioplastik akan menambahkan sifat mekanik film bioplastik.

## 2.6 ASTM D638

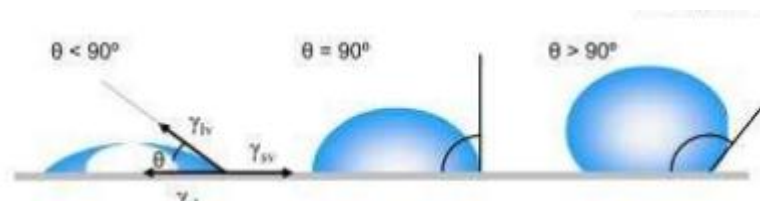
ASTM D638 merupakan standar tes metode untuk properti bahan plastik dimana ASTM D638 mencakup cara pembuatan plastik serta standar bentuk ukuran plastik untuk proses pengujian sifat uji tarik material. Pemilihan ASTM D638 ini sendiri agar dapat menyamakan bentuk ukuran benda atau spesimen film bioplastik sebelum dilakukannya tes. ASTM D638 menghasilkan sifat mekanik yang penting seperti tegangan tarik, regangan, modulus tarik, titik leleh, titik putus dan rasio poisson. Berikut merupakan gambar standar dimension ASTM D638.



**Gambar 2.4** Dimension ASTM D638-14  
(Sumber: ASTM D638-14)

## 2.7 Contact Angle

Sudut kontak merupakan metode pengukuran sudut yang terbentuk dari dua garis yang dimana garis pertama menyatakan tentang batas antara udara dan zat cair yang diteteskan dan garis kedua merupakan batas yang terbentuk diantara zat cair dan zat padat. Besarnya nilai sudut kontak dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu bahan bersifat super basah (*super hidrofilik*) apa bila memiliki nilai sudut kontak dibawa  $30^0$ , bahan bersifat basah *Hidrofilik* apabila memiliki nilai sudut kontak anantara  $30^0$ - $89^0$  dan bahan bersifat menolak air (*hidrofobik*) apabila nilai sudut kontak  $>90^0$  (Asjun dkk., 2023).



**Gambar 2.5** Sudut Kontak Terhadap Sifat  
(Sumber: Yuan & Lee, 2013)