

## BAB II KAJIAN PUSTAKA

### A. Deskripsi Teori

#### 1. Bioplastik

Bioplastik atau yang sering disebut plastik biodegradable, merupakan salah satu jenis plastik yang hampir keseluruhannya terbuat dari bahan yang dapat diperbarui, seperti pati, minyak nabati, dan mikrobiota. Ketersediaan bahan dasarnya di alam sangat melimpah dengan keragaman struktur tidak beracun. Bahan yang dapat diperbarui ini memiliki biodegradabilitas yang tinggi sehingga sangat berpotensi untuk dijadikan bahan pembuat bioplastik (Stevens, 2002).

Permintaan bioplastik yang meningkat menyebabkan bioplastik berkembang cepat dalam produk termoplastik global, baik yang bersifat biodegradable atau non-biodegradable. Permintaan bioplastik global diperkirakan akan mencapai lebih dari satu milyar pon pada 2012. Saat ini, segmen bioplastik biodegradable adalah segmen terbesar dari kategori bioplastik, tetapi diperkirakan akan digeser oleh kelompok produk bioplastik non-biodegradable, yang paling tidak 100% berasal dari biomassa. Penggunaan utama bioplastik ditujukan untuk kemasan, pelayanan makanan sekali pakai, dan serat aplikasi (Phil S. dan Stephen W., 2008).

Bioplastik dapat dibuat dengan berbagai teknik dan metode sesuai dengan tujuannya. Menurut Sri Widia (2010), bioplastik diproduksi pada

skala industri dalam bentuk PCL (poli- $\epsilon$ -kaprolakton), PHB (poli- $\beta$ -hidroksi butirat), PBS (poli butilena suksinat), dan PLA (polylactic acid). Bahannya pun dapat berupa bahan yang dapat diperbarui seperti pati dalam pembuatan PLA atau minyak bumi seperti pada pembuatan PCL (Pusporini, 2011). Cara lain yang lebih mudah adalah dengan membuat bioplastik dari nata. Pembuatan bioplastik dengan cara ini membutuhkan bahan dasar seperti dari air cucian beras (Budi Haryono, 2011), air kelapa (Lisbeth Tampubolon, 2009), air limbah tahu dan sari buah (Ani S., Erliza H., dan Prayoga S., 2005).

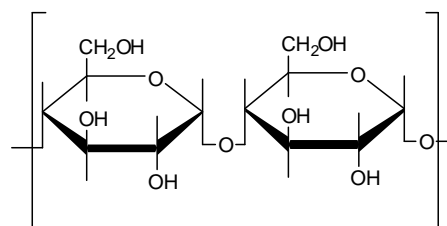
## 2. Pati dalam Air Cucian Beras

Beras merupakan salah satu makanan pokok masyarakat Indonesia. Konsumsi beras tertinggi adalah beras putih. Beras jenis ini diolah menjadi nasi yang merupakan ikon makanan di Indonesia. Beras yang mengalami pengolahan lebih lanjut, akan melalui proses pencucian. Proses pencucian ini menghasilkan limbah berupa air cucian beras. Air cucian beras ini mengandung karbohidrat jenis pati sebanyak 76% pada beras pecah kulit. Karbohidrat sebagai perantara hormon auksin dan giberelin dalam pertumbuhan tanaman. Selain karbohidrat, air cucian beras juga mengandung vitamin B1, fosfor, dan nitrogen sehingga digunakan untuk menyiram tanaman. Kandungan karbohidrat ini memenuhi syarat pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* dalam pembuatan nata. Bakteri akan mensintesa selulosa dari karbohidrat yang terkandung dalam air cucian beras (M. Nur Chamsyah dan Yoga Adesca, 2012).

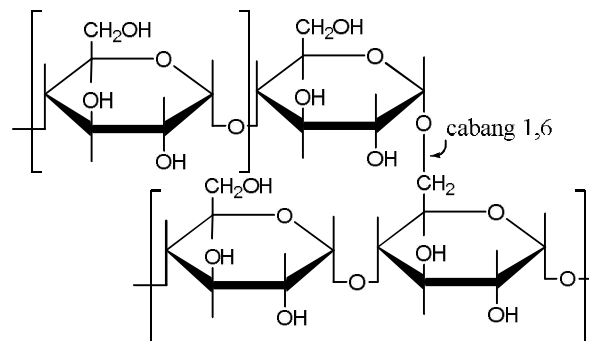
Jenis karbohidrat dalam beras berupa pati. Pati dapat terbuang bersama air ketika proses pencucian. Pati umumnya akan terbentuk dari dua polimer molekul glukosa yaitu amilosa (amylose) dan amilopektin (amylopectin).

Amilosa memiliki struktur linier, dengan berat molekul sekitar 30.000-1 juta, namun yang umum memiliki berat molekul 200.000-300.000. Perbedaannya dengan selulosa ada pada ikatan glikosidanya, amilosa merupakan polimer linier dari  $\alpha$ -D-glukopiranos, sedangkan selulosa dari  $\beta$ -D-glukopiranos (Fessenden dan Fessenden, 1986).

Amilopektin memiliki struktur bercabang melalui karbon 6 dan memiliki berat molekul di atas 1 juta. Amilopektin terdiri dari 20-25 unit glukosa yang terikat pada karbon 1 dan 4, sebagaimana dalam amilosa, tetapi dengan rantai-rantai yang tersambungkan satu sama lain melalui ikatan 1,6. Jumlah amilopektin sekitar tiga kali lebih banyak dibandingkan amilosa di alam, meskipun terdapat juga proporsi salah satunya yang jauh lebih tinggi pada beberapa tumbuhan (Stevens, 2007). Struktur amilosa dapat dilihat pada Gambar 1 dan amilopektin pada Gambar 2.



Gambar 1. Struktur Kimia Amilosa (Hanfa Z., Quanzhou L., Dongmei Z., 2001)



Gambar 2. Struktur Kimia Amilopektin (Hanfa Z., Quanzhou L., Dongmei Z., 2001)

### 3. Nata

Nata berasal dari bahasa Spanyol yang diterjemahkan dalam bahasa Latin sebagai nature. Nata berarti terapung-apung. Wujudnya berupa sel berwarna putih hingga abu-abu muda dan teksturnya kenyal seperti kolang-kaling. Nata dapat dibuat dari air kelapa, limbah cair tahu, atau sari buah (Ani S., Erliza H., dan Prayoga S., 2005). Prinsipnya, bahan dasar pembuatan nata harus memiliki kadar karbohidrat yang cukup untuk pertumbuhan bakteri.

Nata dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan fungsional untuk keperluan diet, memperbaiki proses pencernaan karena sebagai sumber serat yang baik, dan mengurangi kadar kolesterol. Tidak mengherankan kebutuhan akan nata tinggi. Beberapa inovasi pengolahan nata ditekankan pada bahan dasarnya. Pemilihan bahan dasar yang murah bahkan dari limbah mulai muncul. Penelitian Umi Chulifah (2010), menggunakan limbah air cucian beras untuk membuat nata. Penelitian yang dilakukan

Heru Pratomo dan Eli Rohaeti (2010), menggunakan limbah rumah tangga untuk membuat nata dengan bantuan bakteri *Acetobacter xylinum*.

Nata merupakan material selulosa yang terbentuk diduga berasal dari pelepasan lendir *Acetobacter xylinum* yang merupakan hasil sekresi metabolisme gula yang ditambahkan pada pembuatan nata. Baik pati maupun sukrosa yang ditambahkan dalam pembuatan nata, akan dihidrolisis menjadi glukosa dan diubah oleh bakteri melalui proses biokimia menjadi selulosa.

Selulosa yang terbentuk berupa benang-benang yang bersama-sama dengan polisakarida berlendir membentuk suatu jalinan secara terus-menerus menjadi lapisan nata. Pelikel (lapisan tipis nata) mulai dapat terlihat di permukaan media cair setelah 24 jam inkubasi, bersamaan dengan terjadinya proses penjernihan cairan di bawahnya. Sebagian bakteri terbawa dalam jaringan halus dan transparan yang terbentuk di permukaan. Menurut Endang S. (1993), gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan secara lambat oleh *Acetobacter xylinum* menyebabkan pengapungan ke permukaan (Eddy S. dan Das S., 2008).

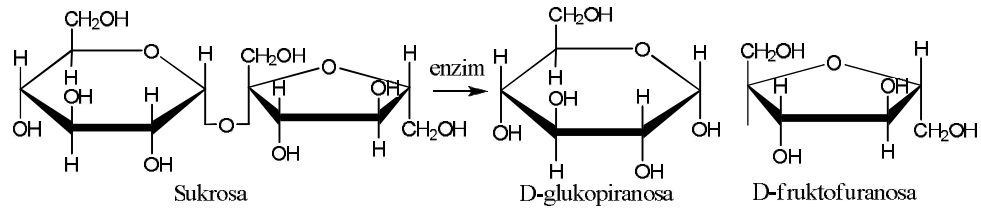
Nata merupakan selulosa bakteri yang memiliki manfaat lain selain untuk konsumsi. Selulosa bakteri yang disintesis oleh *Acetobacter xylinum* menunjukkan kinerja baik untuk menutup luka. Selulosa bakteri mempunyai kerangka jaringan yang cukup baik dan hidrofilitas yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai pembuluh darah buatan yang sesuai untuk pembedahan mikro (N. Hoenich, 2006). Menurut

Krystinowich (2001), selulosa yang dihasilkan dari bakteri *Acetobacter xylinum* yang terbentuk memiliki keunggulan yaitu, kemurnian tinggi, derajat kristalinitas tinggi, mempunyai kerapatan antara 300-900 kg/m<sup>3</sup>, kekuatan tarik tinggi, elastis dan dapat terdegradasi (Lisberth Tampubolon, 2008).

Selulosa bakteri merupakan polimer alam yang sifatnya menyerupai hidrogel yang diperoleh dari polimer sintetik. Selulosa bakteri menunjukkan kadar air yang tinggi (98-99%), daya serap cairan yang baik, bersifat non-allergenik, dan dapat disterilisasi tanpa mempengaruhi karakteristik bahan. Selulosa memiliki karakteristik yang mirip dengan kulit manusia, sehingga baik untuk pengobatan luka bakar serius (D. Ciechanska, 2004).

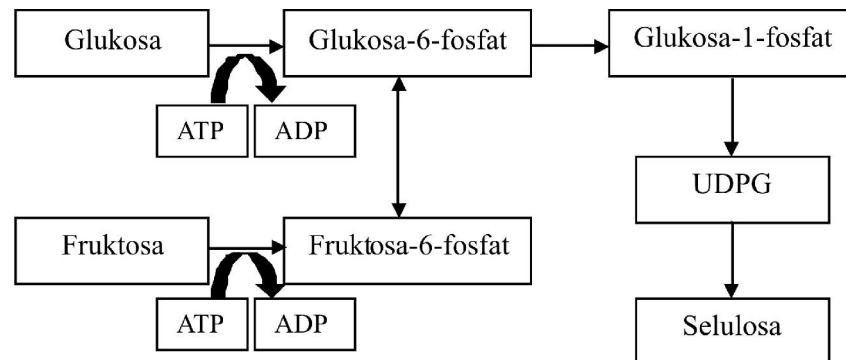
#### 4. Tahap Pembentukan Selulosa Bakteri

Pembentukan selulosa bakteri oleh *Acetobacter xylinum* tidak lepas dari peran gula sebagai sumber nutrisi bagi bakteri. Gula pasir merupakan sukrosa yang bersumber dari tebu. Sukrosa dapat mengalami hidrolisis dan terpecah menjadi fruktosa dan glukosa. Hasil dari hidrolisis ini merupakan gula invert (Anna P., 1994). Adanya enzim sukrase akan mengubah sukrosa menjadi fruktosa dan glukosa. Reaksi hidrolisis sukrosa dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Reaksi hidrolisis sukrosa dengan bantuan enzim sukrase (Budi Haryono, 2011)

Setelah proses hidrolisis berlangsung, glukosa akan diubah menjadi glukosa-6-fosfat dengan adanya ATP (adenosine triphosphat). ATP yang kehilangan satu fosfatnya akan berubah menjadi ADP (adenosine diphosphat). Reaksi ini melibatkan enzim heksokinase, seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Alur pembentukan selulosa (Stanislaw B. et al., 2002)

Heksokinase yang berasal dari ragi dapat menjadi katalis pada glukosa, fruktosa, manosa, dan glukosamina. Enzim heksokinase dapat dihambat sendiri oleh produk yang dihasilkan. Enzim heksokinase untuk fosforilasi glukosa disebut glukokinase (GK) (Stanislaw B. et al., 2002). Glukosa-6-fosfat akan menghambat pembentukan enzim. Ketika jumlah glukosa glukosa-6-fosfat menurun, enzim heksokinase akan aktif kembali (Ana P., 1994).

Fruktosa hasil hidrolisis akan mengalami fosforilasi sama seperti glukosa. Enzim heksokinase untuk fosforilasi fruktosa disebut fruktokinase (FK) (Stanislaw B. et al., 2002). Enzim ini mengubah fruktosa menjadi fruktosa-6-fosfat dengan bantuan ATP. ATP juga akan berubah menjadi ADP.

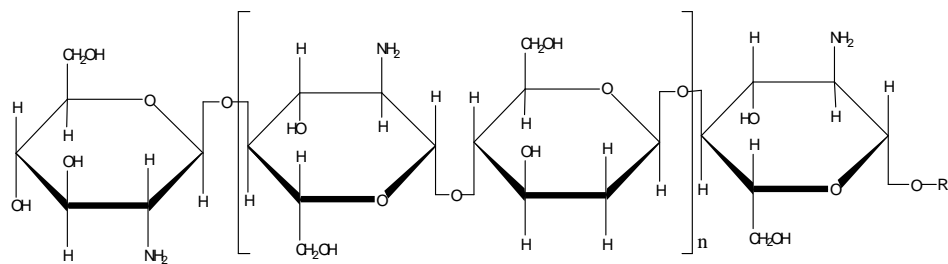
Fruktosa-6-fosfat dapat mengalami isomerisasi dengan glukosa-6-fosfat dengan melibatkan enzim fosfoglukosisomerase. Reaksi ini bersifat bolak-balik. Glukosa-6-fosfat yang terbentuk baik dari hasil isomerisasi maupun hasil fosforilasi akan berubah menjadi glukosa-1-fosfat dengan melibatkan enzim fosfoglukomutase. Glukosa-1-fosfat bereaksi dengan enzim UGP (pyrophosphorylase uridine diphosphoglucose) menjadi UDPG (uridine diphosphoglucose). UDPG membentuk rantai menjadi selulosa dengan melibatkan enzim CS (cellulose synthase).

## 5. Kitosan

Kitosan adalah turunan kitin yang pertama kali ditemukan pada tahun 1894 oleh Hoppe Seyler. Proses deasetilasi dilakukan dengan merefluks kitin dalam kalium hidroksida (Lisbeth Tampubolon, 2008). Kitin dapat diperoleh dari limbah pengolahan hasil laut. Kandungan kitin pada limbah udang mencapai 42-57%, pada limbah kepiting mencapai 50-60%, cumi-cumi 40% dan kerang 14-35%. Karena bahan baku udang lebih mudah diperoleh, maka sintesis kitin dan kitosan lebih banyak memanfaatkan limbah udang (Yurnaliza, 2002).



Kitosan memiliki struktur poli  $\beta$ -(1,4)-2-amino-2'-deoksi-D-glukosa, sedangkan kitin memiliki struktur  $\beta$ -(1,4)-2-asetamida-2'-deoksi-D-glukosa. Perbedaan kitin dan kitosan terletak pada perbandingan gugus amina ( $-\text{NH}_2$ ) dengan gugus asetil ( $\text{CH}_3\text{CO}-$ ) yang disebut derajat deasetilasi. Modifikasi kimiawi menyebabkan turunan kitin, seperti kitosan, memiliki sifat yang lebih baik. Struktur kitosan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Struktur Kitosan (Hanfa Z., Quanzhou L., Dongmei Z., 2001)

Kitosan merupakan polimer kationik yang bersifat nontoksik, dapat mengalami biodegradasi dan bersifat biokompatibel. Sifat ini yang menyebabkan kitosan diaplikasikan sebagai bahan penutup luka dan material hemostatik dalam bentuk gel atau spon. Muatan positif kitosan membuatnya bersifat antibakteri. Uji aktivitas antibakteri menggunakan kitosan yang diperoleh secara enzimatis. Uji pada bakteri patogen dengan menggunakan metode difusi agar menunjukkan hasil yang positif dengan indeks penghambatan berturut-turut adalah sebagai berikut: 2,47; 3,23; 3,26; 2,23; 2,3; dan 2,07 unit per milligram kitosan per jam untuk *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*,

Salmonella typhimurium, Escherichia coli, Listeria monocytogenes, dan Bacillus cereus (Meidina dkk., 2004).

Penelitian tentang kitosan dikembangkan menjadi bahan aditif dalam pembuatan material selulosa. Kitosan ditambahkan untuk membuat material selulosa yang dapat digunakan sebagai pembalut luka dan bersifat antibakteri. Campuran keduanya juga diharapkan dapat meningkatkan sifat mekanik dan kimia dari material yang dihasilkan. Jaehwan Kim et al. (2010) melakukan penelitian tentang material selulosa dengan merendamnya dalam campuran asam asetat dengan kitosan 1%. Perubahan fisik dan kimia terlihat pada material selulosa sebelum dan sesudah perendaman.

## 6. Karakterisasi Bioplastik

### a. Sifat Mekanik

Sifat mekanik dari bahan polimer dapat diketahui dengan mengaplikasikan gaya pada sampel tersebut. Pengaplikasian gaya dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan mengaplikasikan gaya searah atau gaya bolak-balik pada sampel. Gaya searah biasa diaplikasikan pada sampel untuk mengetahui kekuatan tekan. Untuk melakukan pengujian ini, sampel dibuat menjadi bentuk dumbbell berdasarkan ketebalannya (Ike Nur P., 2011). Bentuk dumbbell dapat dilihat pada Gambar 6. Sifat mekanik tersebut meliputi kuat putus (strength at break) dan perpanjangan saat putus.

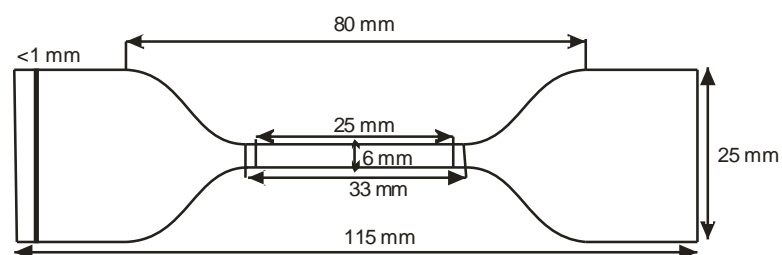
#### 1) Kuat Putus (strength at break)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ketahanan suatu bahan terhadap pembebanan pada titik lentur dan juga untuk mengetahui keelastisan suatu bahan (Haygreen, 1996).

## 2) Perpanjangan Saat Putus (elongation at break)

Perpanjangan didefinisikan sebagai persentase perubahan panjang film pada saat film ditarik sampai putus. Kekuatan regang putus merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai film dapat tetap bertahan sebelum film putus atau robek. Pengukuran kekuatan regang putus berguna untuk mengetahui besarnya gaya yang dicapai untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap satuan luas film untuk merenggang atau memanjang.

Perbandingan antara kuat putus dan perpanjangan saat putus dikenal dengan modulus elastisitas. Modulus elastisitas bahan disebut modulus Young. Modulus Young memiliki satuan sama seperti kuat putus karena unit regangan merupakan bilangan tanpa dimensi (Ricky Kristyanto dkk, 2011).



Gambar 6. Spesimen Uji Kekuatan Tarik (ISO 527-3:1995 (E))

### b. Penentuan Gugus Fungsi dengan Metode FTIR

Jika seberkas sinar inframerah dilewatkan pada suatu sampel polimer, maka beberapa frekuensinya diabsorpsi oleh molekul sedangkan frekuensi lainnya ditransmisikan. Transisi yang terlibat pada absorpsi IR berhubungan dengan perubahan vibrasi yang terjadi pada molekul. Jenis ikatan yang ada dalam molekul polimer (C-C, C=C, C-O, C=O) memiliki frekuensi vibrasi yang berbeda. Adanya ikatan tersebut dalam molekul polimer dapat diketahui melalui identifikasi frekuensi karakteristik sebagai puncak absorpsi dalam spektrum IR (Eli Rohaeti, 2005).

Menurut Hardjono (2007), intensitas pita serapan dalam penentuan gugus fungsi dalam kimia organik cukup dengan intensitas kuat (s), medium (m), dan lemah (w). Absorbansi suatu cuplikan pada frekuensi tertentu didefinisikan sebagai:

$$= \frac{I_0 - I}{I_0}$$

$I_0$  dan  $I$  adalah intensitas cahaya sebelum dan sesudah mengadakan interaksi dengan cuplikan. Untuk melihat puncak serapan dari gugus fungsi produk polimer, dilakukan pengamatan tentang spektrum serapan, yaitu pada daerah bilangan gelombang 400-4000  $\text{cm}^{-1}$ . Puncak karakteristik dari bioplastik dari air cucian beras dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik bioplastik dari air cucian beras dengan FTIR (Budi Haryono, 2011)

Serapan yang muncul pada bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )	Gugus fungsi
3410,15	-OH
2924,09	C-H Alifatik
1651,07	C=O bebas
1056,99	C-O berikatan glikosidik
617,22	C-C

Selulosa merupakan monomer glukosa yang berulang. Ciri dari adanya selulosa diketahui dari adanya gugus hidroksil dan ikatan C-O glikosidik. Karakteristik dari kitosan sedikit berbeda dari selulosa. Adanya gugus amina menyebabkan adanya serapan pada daerah tertentu. Serapan untuk kitosan murni dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik kitosan dengan FTIR (Lisbeth Tampubolon, 2009)

Serapan yang muncul pada bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )	Gugus fungsi
3386,8	-OH, -NH bending
2877,6	C-H
1400-1000	C-O
1654,8	C=O amida
1596,6	NH primer

c. Penentuan Derajat Kristalinitas dengan X-Ray Diffraction (XRD)

Metode difraksi sinar-X merupakan suatu cara untuk mempelajari keteraturan atom atau molekul dalam suatu struktur tertentu. Radiasi elektromagnetik pada kondisi eksperimen tertentu akan mengalami penguatan jika struktur atom atau molekul tertata secara teratur membentuk kisi. Pengetahuan tentang kondisi eksperimen itu dapat

memberikan informasi yang sangat berharga tentang penataan atom atau molekul dalam suatu struktur (Eli Rohaeti, 2009).

Sinar-X dapat terbentuk jika suatu logam sasaran ditembaki dengan berkas elektron berenergi tinggi. Dalam eksperimen digunakan sinar-X yang monokromatis. Kristal akan memberikan hamburan yang kuat jika arah bidang kristal terhadap berkas sinar-X (sudut  $\theta$ ) memenuhi persamaan Bragg, seperti ditunjukkan dalam persamaan 1:

$$2d \sin \theta = n \lambda \quad \text{.....(1)}$$

dimana:

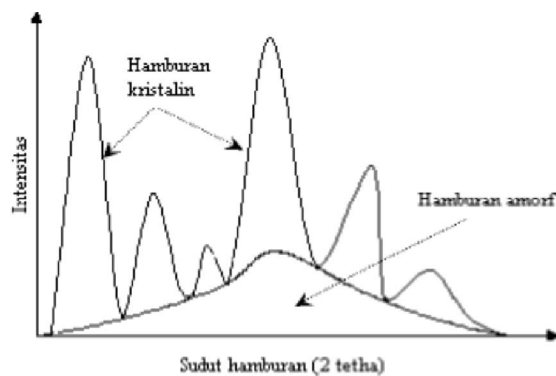
$d$  = jarak antar bidang dalam kristal

$\theta$  = sudut deviasi

$n$  = orde (0, 1, 2, 3,.....)

$\lambda$  = panjang gelombang

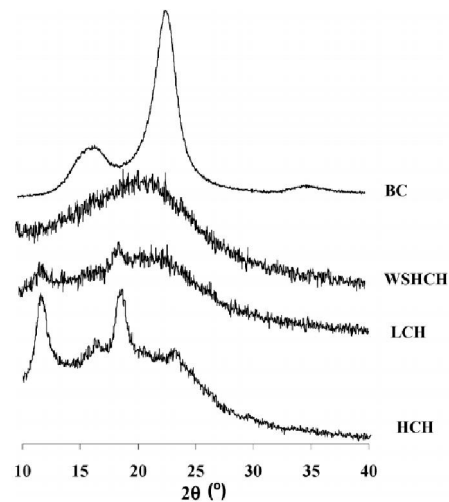
Difraksi sinar-X dapat memberikan informasi tentang struktur polimer, termasuk tentang keadaan amorf dan kristalin polimer. Polimer dapat mengandung daerah kristalin yang secara acak bercampur dengan daerah amorf. Difraktogram sinar-X polimer kristalin menghasilkan puncak-puncak yang tajam, sedangkan polimer amorf cenderung menghasilkan puncak yang melebar seperti pada Gambar 7. Pola hamburan sinar-X juga dapat memberikan informasi tentang konfigurasi rantai dalam kristalit, perkiraan ukuran kristalit, dan perbandingan daerah kristalin dengan daerah amorf (derajat kristalinitas) dalam sampel polimer (Eli Rohaeti dan Senam, 2008).



Gambar 7. Difraktogram Sinar-X Semikristalin (Eli Rohaeti, 2009)

Gambar 8 menunjukkan difraktogram sinar-X dari beberapa jenis kitosan dan selulosa bakteri. Puncak tajam muncul di daerah  $2\theta$  antara  $12$  sampai  $19^\circ$  untuk kitosan dengan berat molekul rendah (LCH) dan kitosan dengan berat molekul tinggi (HCH). HCH memiliki 2 puncak namun tidak tajam seperti puncak selulosa bakteri (BC), sehingga lebih kristalin dibanding LCH. Selulosa bakteri memiliki 2 puncak dan salah satunya memiliki intensitas lebih tinggi, sehingga dapat dikatakan kristalinitasnya lebih tinggi. Turunan kitosan yang terlarut dalam air (WSHCH) lebih bersifat amorf karena puncak yang terbentuk tidak tajam.

Gambar 9 menunjukkan serapan untuk selulosa bakteri tanpa penambahan kitosan. Serapan tajam muncul pada daerah  $2\theta$  antara  $20^\circ$  sampai  $25^\circ$ . Menurut Darmansyah (2010), selulosa bakteri dari nata de coco muncul pada daerah  $2\theta$  antara  $20^\circ$  sampai  $40^\circ$ .



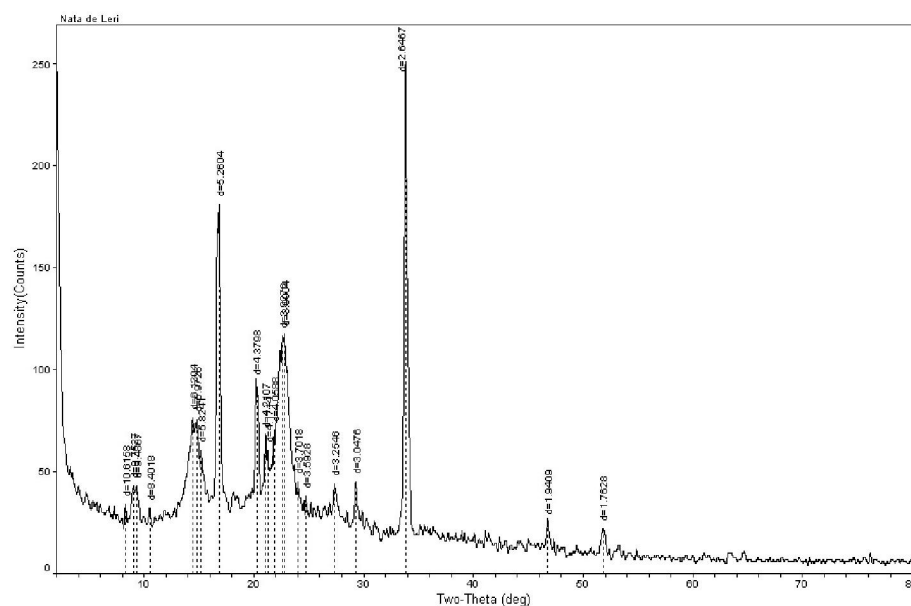
Gambar 8. Difraktogram sinar-X dari selulosa bakteri dan kitosan dengan berat molekul berbeda (Susana C. et al., 2009)

Penentuan derajat kristalinitas dengan difraksi sinar-X dapat dilakukan atas dasar asumsi bahwa daerah kristalin dan amorf terdapat dalam substansi yang sama dan memberikan kekuatan hamburan yang ekuivalen. Derajat kristalinitas ( $X_c$ ) ditentukan menggunakan persamaan 2.

$$X_c = \frac{\text{Area kristalin}}{\text{Area kristalin} + \text{Area amorf}} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Derajat kristalinitas untuk difraktogram seperti pada Gambar 8 dapat diketahui dengan menggunakan metode penimbangan. Dari perhitungan dengan persamaan 2, derajat kristalinitas untuk bioplastik nata de leri sebesar 38%.





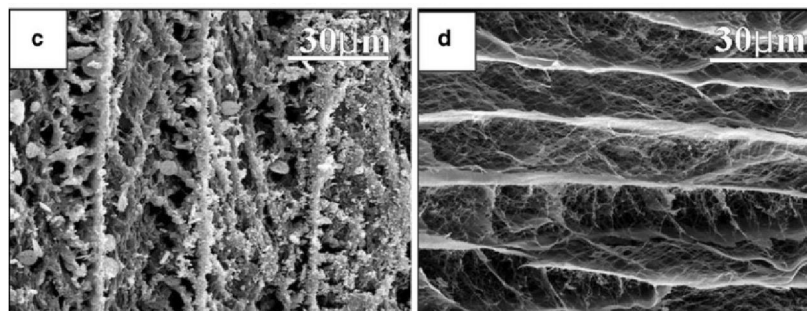
Gambar 9. Difraktogram sinar-X dari selulosa bakteri (Heru Pratomo dan Eli Rohaeti, 2010)

#### d. Analisis Foto Permukaan Bioplastik dengan Scanning Electron Microscopy (SEM)

SEM (Scanning Electron Microscopy) merupakan suatu metode untuk membentuk bayangan daerah mikroskopis permukaan sampel. Suatu berkas elektron berdiameter antara 5 hingga 10 nm dilewatkan sepanjang spesimen sehingga terjadi interaksi antara berkas elektron dengan spesimen menghasilkan beberapa fenomena berupa pemantulan elektron berenergi tinggi, pembentukan elektron sekunder berenergi rendah, penyerapan elektron, pembentukan sinar-X, atau pembentukan sinar tampak (cathodoluminescence). Setiap sinyal yang terjadi dapat dimonitor oleh suatu detektor (Eli Rohaeti, 2009).

Menurut Jaehwan Kim et al (2010) morfologi cross-section menunjukkan struktur berlapis pada selulosa bakteri tanpa kitosan, sedangkan pada selulosa bakteri dengan kitosan, nanofibril teramati

antar lapisan (Gambar 10). Kitosan dapat menembus selulosa bakteri membentuk selulosa bakteri komposit. Hal ini memperlihatkan bahwa selulosa bakteri komposit dapat membentuk jaringan permukaan yang baik, sehingga cocok untuk aplikasi rekayasa jaringan.



Gambar 10. Foto permukaan (cross section) bioplastik dari selulosa tanpa penambahan kitosan (kiri) dan dengan penambahan kitosan (kanan) (Jaehwan Kim et al., 2011)

## B. Penelitian Relevan

Penelitian untuk mendapatkan bahan plastik yang ramah lingkungan sudah dilakukan, seperti yang telah dilakukan oleh Heru Pratomo dan Eli Rohaeti (2010) mengenai Pembuatan Bioplastik dari Limbah Rumah Tangga sebagai Bahan Edible Film Ramah Lingkungan. Film bioplastik dibiodegradasi dengan menggunakan *Pseudomonas aereus*. Limbah berasal dari air kelapa kemudian dibuat nata menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum*. Karakterisasi bioplastik meliputi penentuan gugus fungsi menggunakan IR, Sifat termal menggunakan Differential thermal Analysis, kristalinitas menggunakan X-Ray Diffractometry, sifat mekanik berupa kuat putus dan perpanjangan, pengamatan permukaan menggunakan Scanning Elektron Microscopy, serta uji biodegradasi menggunakan lumpur aktif.

Penelitian itu belum didapatkan bioplastik yang berkualitas bagus, hal ini terlihat dari besarnya tensile strength, break strength dan break strain yang masih sangat kecil, yaitu berturut-turut 87 MPa; 86,8 MPa dan 8,9 %.

Penelitian lain tentang penggunaan limbah beras dilakukan oleh Umi Chulifah (2010). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui biodegradasi bioplastik nata de leri menggunakan lumpur aktif. Nata de leri merupakan perkembangan bahan dasar nata dari limbah cucian beras yang mengandung 76% pati dari beras. Limbah ini dapat dijadikan bioplastik dengan bentuk nata menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum*. Hasil dari penelitian ini berupa lembaran nata yang didegradasi dengan variasi waktu 5, 10, dan 15 hari. Film menjadi lebih lunak dan hancur pada hari ke 15.

Muenduen Phisalpong dan Nirun Jatupaiboon (2008) melakukan preparasi selulosa bakteri dengan menambahkan kitosan. Kitosan ditambahkan untuk mengetahui perubahan sifat fisik, kimia, dan biologi untuk aplikasi dalam bidang medis. Kitosan ditambahkan dengan variasi konsentrasi 0-0,75% karena pemberian kitosan berlebih akan menghalangi pembentukan selulosa. Karakterisasi yang dilakukan meliputi struktur kimia, struktur fisik, bentuk pori, tensile strength, dan kemampuan antibakteri.

### C. Kerangka Berpikir

Penggunaan plastik semakin luas, sehingga plastik diproduksi dalam jumlah besar. Di sisi lain, keberadaan plastik-plastik ini kurang mendapat perhatian ketika tidak terpakai. Beberapa produk plastik akhirnya menumpuk

dan menimbulkan pencemaran. Bahan baku produksi plastik pun semakin menipis sehingga dibutuhkan pengembangan di bidang polimer. Bioplastik adalah salah satu jenis pengembangan polimer dengan menggunakan bahan yang berasal dari tumbuhan atau hewan sehingga mudah terdegrasi.

Bahan baku pembuatan bioplastik yang dipilih dapat berasal dari limbah rumah tangga seperti air cucian beras dan diolah dengan bantuan bakteri *Acetobacter xylinum*. Pengolahan ini menghasilkan nata. Nata merupakan selulosa bakteri hasil fermentasi *Acetobacter xylinum*. Selain dapat dikonsumsi, selulosa ini juga dapat dikembangkan dalam aplikasi medis. Kitosan dipadukan dalam selulosa dengan tujuan meningkatkan sifat fisik, kimia, dan biologi. Sifat antimikrobal dari kitosan diharapkan dapat mendukung perkembangan bioplastik dari selulosa sebagai pembalut luka.

Pembuatan bioplastik dalam penelitian ini menggunakan bahan dasar air cucian beras. Limbah cucian beras diolah menjadi nata dengan menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum*. Bioplastik diperoleh dari hasil pengeringan nata yang difermentasi selama beberapa hari. Kitosan dengan variasi konsentrasi tertentu akan ditambahkan dalam proses pembuatan. Bioplastik dikarakterisasi untuk mengetahui sifatnya melalui uji mekanik. Bioplastik dengan kemuluran tinggi akan diuji dengan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi, XRD untuk mengetahui derajat kristalinitas, serta SEM untuk mengetahui struktur permukaan melintang dan ketebalannya.