

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Teori**

##### **1. Plastik**

###### **a. Pengertian Plastik**

Plastik adalah salah satu bahan yang paling umum digunakan. Secara bertahap, bahan plastik mulai menggantikan kaca, kayu, logam, dll. Plastik memiliki beberapa keunggulan, yakni: kuat, mudah dibentuk, tahan karat dan tahan terhadap bahan kimia dan korosif, mempunyai sifat isolasi listrik yang tinggi tetapi daya guna plastik juga terbatas karena kekuatan yang rendah, tidak tahan panas dan mudah rusak pada suhu rendah. Plastik merupakan produk polimerisasi sintetik atau semi-sintetik yang terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan zat lain untuk meningkatkan kualitas plastik yang nantinya dapat menoleransi panas, keras, ketahanan dan lain lain.

Plastik yang umum digunakan saat ini merupakan polimer sintetik, terbuat dari bahan yang tidak terdegradasi oleh mikroorganisme di lingkungan. Plastik yang sering digunakan menjadi kemasan adalah dari polimer yang terbuat dari monomer propylene atau polipropilena, bahan ini sering digunakan sebagai bahan plastik kemasan karena sifat mekaniknya yang baik, densitas rendah dan harga yang terjangkau sehingga penggunaannya jika tidak diatasi akan menambah persoalan

lingkungan berupa limbah, sehingga perlu dilakukan penelitian dan pengembangan teknologi bahan kemasan yang bersifat Biodegradable.

b. Jenis Jenis Plastik

1) Berdasarkan sifatnya, plastik dapat dibagi menjadi dua (Saptono, 2008):

a) Plastik Termoset

Jenis plastik ini mengalami perubahan ireversibel. pada suhu tinggi jenis plastik termoset berubah menjadi arang. Hal ini disebabkan struktur kimianya. Jenis plastik ini biasanya ada di industri makanan khususnya untuk produksi tutup botol. Plastik tidak akan kontak langsung dengan produk karena tutup selalu diberi lapisan perapat yang sekaligus berfungsi sebagai pelindung. Contohnya adalah polivinilidena klorida (PVDC), akrilik yang sering digunakan untuk botol-botol minuman, politetra fluoroetilen (PTFE) yang terdapat pada peralatan dapur seperti Teflon dan Ediblefilm dari amilosa pati jagung untuk kemasan permen dan sosis foodgrade.

b) Plastik Termoplastik

Plastik ini dapat menjadi lunak jika dipanaskan dan mengeras lagi setelah dingin. Hal ini dapat terjadi berulang - ulang tanpa terjadi perubahan khusus. Termoplastik termasuk turunan etilena ( $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ ). Dinamakan plastik vinyl karena

mengandung gugus vnyil ( $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ) atau polyolefin. Salah satu contohnya adalah plastik kresek.

2) Berdasarkan sumber pembuatannya, plastik dibedakan menjadi dua, yaitu: plastik konvensional (*non biodegradable*) dan plastik ramah lingkungan atau bioplastik (*degradable*).

a) Plastik konvensional

Plastik konvensional merupakan produk plastik yang terbuat dari polimer sintetik berbasis minyak bumi. Produk plastik konvensional dikenal kurang ramah lingkungan karena sulit terdegradasi oleh alam Kamsiati, dkk (2017). Bahan dasar plastik adalah phthalate ester, di (*ethylhexyl*) *phthalate* (DEHP) yang bersifat stabil, sukar diuraikan oleh mikroorganisme sehingga dalam jangka waktu panjang akan terus-menerus memerlukan area untuk pembuangan sampah. Pada makanan yang dikemas dalam bungkus plastik, adanya migrasi zat-zat monomer dari bahan plastik ke dalam makanan, terutama jika makanan tersebut tak cocok dengan kemasan atau wadah penyimpanannya yang tidak mungkin dapat dicegah 100% (terutama jika plastik yang digunakan tidak cocok dengan jenis makanannya). Migrasi monomer terjadi karena dipengaruhi oleh suhu makanan atau penyimpanan makanan (Koswara, 2006).

Bahan plastik pada umumnya mudah terbakar, polutan asap hasil pembakaran sangat berbahaya karena mengandung gas beracun seperti hidrogen sianida (HCN) dan karbon monoksida (CO). Karbon monoksida berperan sebagai hasil pembakaran tidak sempurna, seangkan hidrogen sianida berasal dari polimer berbahan dasar akrilonitril, NO<sub>x</sub>, HCl, *dioxin*, Hidrokarbon. Sampah plastik yang berada dalam tanah yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme yang akan menyebabkan mineral-mineral dalam tanah baik organik maupun anorganik semakin berkurang,

hal ini menyebabkan jarangya fauna tanah, seperti cacing dan mikorganisme tanah, yang hidup pada area tanah tersebut, dikarenakan sulitnya untuk memperoleh makanan dan berlindung. Selain itu kadar oksigen dalam tanah semakin sedikit, sehingga fauna tanah sulit untuk bernafas dan akhirnya mati. Ini berdampak langsung pada tumbuhan yang hidup pada area tersebut. Tumbuhan membutuhkan mikroorganisme tanah sebagai perantara dalam kelangsungan hidupnya.

Tabel 2. SNI Plastik

No	Karakteristik	Nilai
1	Kuat Tarik (Mpa)	24,7-302 Mpa
2	Persen Elongasi (%)	21-220%
3	Hidroforbisitas	99%

Sumber : (Prasetya dkk, 2016)

b) Plastik ramah lingkungan atau bioplastik (Biodegradable)

Bioplastik adalah plastik yang dapat digunakan layaknya seperti plastik konvensional, namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi hasil akhir berupa air dan gas karbondioksida setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan tanpa meninggalkan sisa yang beracun. Karena sifatnya yang dapat kembali ke alam, plastik biodegradable merupakan bahan plastik yang ramah terhadap lingkungan (Pranamuda, 2009).

c. Karakteristik Bioplastik

1) Sifat Mekanik Bioplastik

Keberhasilan suatu proses pembuatan bioplastik dapat dilihat dari karakteristik film yang dihasilkan. Pengujian mekanik yang biasa dilakukan adalah kuat tarik (*tensile strength*) dan perpanjangan (*elongation at break*). Hasil pengujian ini tidak digunakan untuk meneliti adanya kerusakan atau kecacatan tetapi untuk mengontrol kualitas produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi standar yang telah ditentukan. Sifat mekanik dipengaruhi oleh besarnya jumlah kandungan komponen-komponen penyusun bioplastik, yaitu pati, kitosan dan gliserol sebagai *plasticizer*. Pengujian bioplastik juga wajib memenuhi dari ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI). Karakteristik film yang diuji adalah karakteristik mekanik,

permeabilitas dan biodegradabilitasnya. Karakteristik mekaniknya terdiri dari:

a) Elongasi (Perpanjangan putus)

Perpanjangan putus atau elongasi adalah persentase perubahan panjang film saat film ditarik sampai putus dengan penentuan perhitungan kekuatan tarik maksimum yang dapat dicapai sampai filmnya bisa bertahan sebelum putus. Menurut Marbun *et al.* (2012), perbandingan antara kuat tarik/kuat putus dan perpanjangan saat putus dikenal dengan modulus elastisitas. Kuat tarik dan perpanjangan putus memiliki sifat yang berkebalikan. Semakin tinggi nilai kuat tarik, maka perpanjangan putus semakin rendah. Modulus elastisitas bahan disebut modulus Young. Modulus Young memiliki satuan sama seperti kuat putus karena unit regangan merupakan bilangan tanpa dimensi.

b) Kuat Tarik

Kekuatan tarik adalah kekuatan tarik maksimum yang dapat ditahan oleh lembaran plastik selama pengujian. Pengukuran kekuatan regang putus berguna untuk mengetahui besarnya gaya yang dicapai untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap satuan luas film untuk merenggang atau memanjang. Nilai kekuatan tarik yang tinggi merupakan ukuran kemampuan plastik untuk menahan gaya yang diberikan. Semakin tinggi

koefisien kekuatan tarik, semakin kuat kemampuan plastik untuk melindungi produk dari faktor mekanis seperti jatuh, benturan dan gesekan, serta getaran eksternal. Hasil pengukuran ini berkaitan dengan sedikit banyaknya penambahan *plasticizer* pada proses produksi bioplastik. Penambahan plastisizer yang tinggi akan menghasilkan bioplastik dengan kuat tarik yang rendah (Ii, 2017).

c) Degradasi

Degradasi (*degradation*) merupakan proses suatu 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 (Seigel dan Lisa, 2007). Tingkat degradasi diuji dengan metode *soil burial test* bahwa bioplastik tersebut terdegradasi secara sempurna dalam jangka waktu satu bulan yaitu dengan mengubur sampel di dalam tanah. Pengukuran dilakukan dengan penimbangan

sampel. Tanah yang digunakan adalah tanah yang bersumber dari area tempat pembuangan sampah. Metode kuantitatif yang sederhana untuk mengkarakterisasi terjadinya biodegradasi suatu polimer adalah dengan menentukan kehilangan massa. Berikut ini perhitungan yang dilakukan dalam pengujian biodegradasi :

$$\% \text{ Kehilangan berat} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

Rumus Pengujian Biodegradasi

Keterangan :

W1 = Massa sampel bioplastik sebelum degradasi,

W2 = Massa sampel bioplastik setelah degradasi.

## 2) Ketebalan Bioplastik

Indikator ketebalan dalam bioplastik dapat mempengaruhi elongasi, dan uji kuat Tarik. Ketebalan menentukan ketahanan bioplastik terhadap laju perpindahan uap air, gas dan senyawa volatile lainnya. Ketebalan pada bioplastik didapatkan dari rata rata perhitungan empat titik bagian dari bioplastik.

## 3) Standar Bioplastik

Badan Standardisasi Nasional menerapkan persyaratan kriteria ambang batas untuk bioplastik. Kriteria pembatasan untuk bioplastik ditegakkan oleh BSN untuk mendapatkan produk yang ramah lingkungan tercantum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria, Ambang Batas dan Metode Uji/Verifikasi Bioplastik

No	Aspek Lingkungan	Persyaratan
1	Penggunaan bahan aditif	Tidak menggunakan zat warna azo
2	Degredabilitas	Pertumbuhan mikroba pada permukaan produk > 60% selama 1 minggu
3	Kandungan logam berat	Kandungan logam berat dalam produk : Cd : < 0,5 ppm Pb : < 50 ppm
4	Tensile elongation	Kuat beban yang diberikan maksimal kurang dari 50 kgf/cm <sup>2</sup>

(Sumber :BSN, 2006)

## 2. Gliserol

Menurut Sari (2015) gliserol merupakan senyawa alkohol trihidrat dengan rumus bangun  $\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_2\text{OH}$ . Gliserol berwujud cairan jernih, higroskopis, kental dan terasa manis. Sifat fisik terdapat pada gliserol dari trigliserida yang dapat dihasilkan dari dua sumber, yaitu gliserol yang dihasilkan dalam pembuatan sabun dan pada proses pembuatan biodiesel. Gliserin atau juga yang sering dikenal dengan gliserol merupakan unsur kimiawi yang bersifat organik yang dapat larut sempurna dalam air dan alkohol tetapi sulit larut dalam minyak. Sebaliknya banyak zat dapat lebih mudah larut dalam gliserin dibanding dalam air maupun alkohol. Oleh karena itu gliserin merupakan jenis pelarut yang baik. Gliserol merupakan molekul hidrofilik yang relatif kecil dan dapat dengan mudah disisipkan diantara rantai protein dan membentuk ikatan hidrogen dengan amida. Selain itu, ada beberapa jenis polimer alam yang dapat pula dijadikan bahan pembentuk bioplastik seperti tapioka dan kitosan, serta biasanya diperlukan

penambahan senyawa lain untuk memperbaiki sifat mekaniknya seperti gliserol yang berperan sebagai *plasticizer*.

Gliserol memainkan peran penting dalam produksi plastik. Hal ini karena gliserol merupakan bahan yang murah harganya, sumbernya mudah diperoleh dan dapat diperbarui, dan juga ramah lingkungan karena mudah didegradasi oleh alam. Gliserol lebih cocok digunakan sebagai *plasticizer* karena berbentuk cair. Bentuk cair gliserol lebih menguntungkan karena mudah tercampur dalam larutan dan terlarut dalam air. Gliserol memiliki sifat yang mudah mengabsorpsi air, kandungan energi, dan indeks kelarutan (*solubility index*) yang tinggi di dalam air. Kandungan gliserol berperan sebagai *plasticizer* pada bioplastik karena tanpa menggunakan gliserol bioplastik yang dihasilkan akan keras dan kaku.

*Plasticizer* gliserol merupakan suatu organik yang memiliki berat molekul rendah pada suatu produk yang bertujuan untuk menurunkan kekakuan dari polimer, juga untuk menaikkan fleksibilitas, elastisitas dan ekstensibilitas polimer. Untuk mendapatkan sifat *film* yang khusus dalam pembuatan bioplastik sangat dibutuhkan sekali adanya *plasticizer*. *Plasticizer* efektif digunakan karena mampu untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intramolekular. Penambahan *plasticizer* dapat mengurangi nilai kekuatan tarik. Pengurangan ini berkaitan dengan rongga-rongga yang timbul akibat sifat pemutusan ikatan gliserol antar polisakarida. Penambahan gliserol akan menghasilkan plastik yang lebih fleksibel dan halus. Bertambahnya jumlah gliserol dalam campuran pati dan air sebagai

bahan dasar pembuatan bioplastik dapat meningkatkan nilai tegangan dan pertambahan panjang atau elongasi (Nahwi, 2016).

### 3. Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*)

Udang Vannamei merupakan jenis udang yang hidup diperairan, terutama laut dan danau. Umumnya Udang Vannamei dapat ditemukan di hampir semua genangan air yang berukuran besar baik air tawar, payau, maupun air asin pada kedalaman yang bervariasi. Komoditas udang biasanya dibudidayakan dalam bentuk tambak baik untuk dikonsumsi oleh masyarakat domestik maupun untuk diekspor. Udang Vannamei merupakan salah satu komoditas penting dalam industri perikanan budidaya karena nilai ekonomi yang tinggi (high economic value) serta permintaan pasar tinggi (high demand product). Klasifikasi udang putih atau Udang Vannamei menurut Effendie (1997) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia  
Sub Kingdom : Metazoa  
Filum : Arthropoda  
Subfilum : Crustacea  
Kelas : Malacostraca  
Subkelas : Eumalacostraca  
Superordo : Eucarida  
Ordo : Decapoda  
Subordo : Dendrobrachiata

Genus : *Litopenaeus*

Spesies : *Litopenaeus vannamei*



Gambar 1. Udang Vannamei

Gambar 1 menunjukkan bagian tubuh udang vannamei dewasa mulai dari kepala sampai dengan ekor. Sebagai anggota dari golongan Crustaceae, seluruh badan udang terdiri dari Segmen yang ditutupi oleh kulit keras yang mengandung zat kitin. Secara periodik, kulit keras tersebut terlepas (*moulting*) dan berganti dengan kulit baru yang lembek.

#### 4. Kitosan Limbah Cangkang Udang

Perairan Indonesia memiliki potensi yang cukup besar dengan berbagai jenis invertebrata. Salah satu komoditi yang menjadi primadona adalah udang, salah satunya jenis udang vannamei. Di Indonesia udang mengalami proses “cold storage” dimana bagian kepala, ekor, dan cangkang dibuang sebagai limbah. Seiring dengan angka permintaan konsumsi udang vannamei tinggi maka keberadaan limbah kulitnya juga tinggi. Melalui pendekatan teknologi yang tepat, potensi limbah cangkang udang vannamei ini dapat diolah lebih lanjut menjadi senyawa polisakarida dimana di dalamnya termasuk kitin. Penggunaan cangkang udang dapat berkelanjutan,

karena bisa menggantikan materi sintetis yang bisa dipakai sebagai bahan aditif bioplastik serta memangkas jumlah limbah tak ramah lingkungan dari produk olahan makanan. 20-30% limbah cangkang udang mengandung senyawa kitin yang dapat diubah menjadi kitosan (Haryani dkk, 2011). Kitin ini dapat diolah lebih lanjut menjadi kitosan ( $C_6H_{11}NO_4$ )<sub>n</sub> yang mempunyai sifat mudah terurai sehingga ramah terhadap lingkungan. Kurangnya pemanfaatan cangkang udang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari serta dibiarkan berserakan begitu saja. Udang yang digunakan dalam pembuatan kitosan pada penelitian ini berjenis Udang Vannamei.

Kitosan adalah zat yang membentuk ikatan silang di polimer. Hal ini yang menyebabkan penambahan kitosan dalam bioplastik dapat meningkatkan kekuatan. Kitosan diperoleh dengan deasetilasi kitin. Kitosan merupakan polimer yang tersusun dari kopolimer dari glukosamin dan n-asetilglukosamin.



Gambar 2. Limbah Cangkang Udang Vannamei

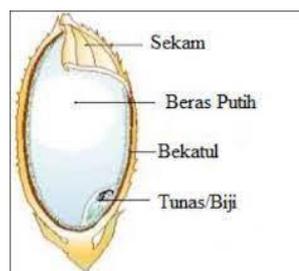
Gambar 2 merupakan dokumentasi limbah cangkang udang yang diperoleh dari Pasar Giwangan sebelum cangkang dikeringkan dan dihaluskan. Menurut Nadia, dkk (2014) Tahap pembuatan kitosan dari cangkang udang vannamei meliputi proses deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi karena Kandungan kitin dalam cangkang udang terdapat

sebagai mukopoli sakarida yang berikatan dengan garam-garam anorganik, terutama kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), protein dan lipida termasuk pigmen-pigmen. Pada dasarnya, proses deproteinisasi adalah memisahkan atau melepaskan ikatan ikatan antara protein dan kitin. Proses ini melepaskan protein dengan membentuk naprotinat yang larut. Proses demineralisasi menggunakan asam klorida yang bertujuan untuk menghilangkan mineral yang terkandung dalam kulit udang. Asam klorida dalam proses demineralisasi melarutkan garam-garam organik. Pemutusan gugus asetil dari gugus N-asetil pada kitin untuk menghasilkan kitosan disebut proses deasetilasi. Proses deasetilasi dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu: konsentrasi NaOH, temperatur reaksi dan waktu reaksi ( Tolaimatea dkk, 2003). Selanjutnya kitosan dilakukan analisis fungsi menggunakan *FTIR (Fourier Transform Infra-Red)* untuk mengetahui kemunculan ikatan berdasarkan hasil perhitungan serta untuk mengetahui besarnya derajat deasetilasi pada kitosan.

Pembuatan bioplastik membutuhkan penambahan kitosan dan amilosa dari pati untuk membuat plastik yang lebih kuat dan fleksibel. Namun, bahan kitosan tersebut bersifat keras dan kaku sehingga dibutuhkan *plasticizer* seperti gliserol agar menjadi lebih fleksibel. Selain itu, juga diperoleh sifat mekanik plastik berupa transparan, elastis, hidrofilik, dan mudah terdegradasi.

## 5. Bekatul

Bekatul (*rice bran*) merupakan hasil samping penggilingan gabah yang berasal dari berbagai varietas padi, bagian terluar dari bagian bulir yang terlepas menjadi serbuk halus, termasuk sebagian kecil endosperm berpati. Bekatul merupakan campuran lapisan aleuron dan pericarp yang terlepas dalam proses penggilingan padi. Proses penggilingan dan penyosohan beras akan menghasilkan 16-28 % sekam (*hulls*), 6-11 % dedak (*bran*), 2-4 % bekatul (*polish*), dan sekitar 60% endosperma (*white rice*). Struktur beras dapat dilihat dalam Gambar 4.



Gambar 3. Struktur Beras

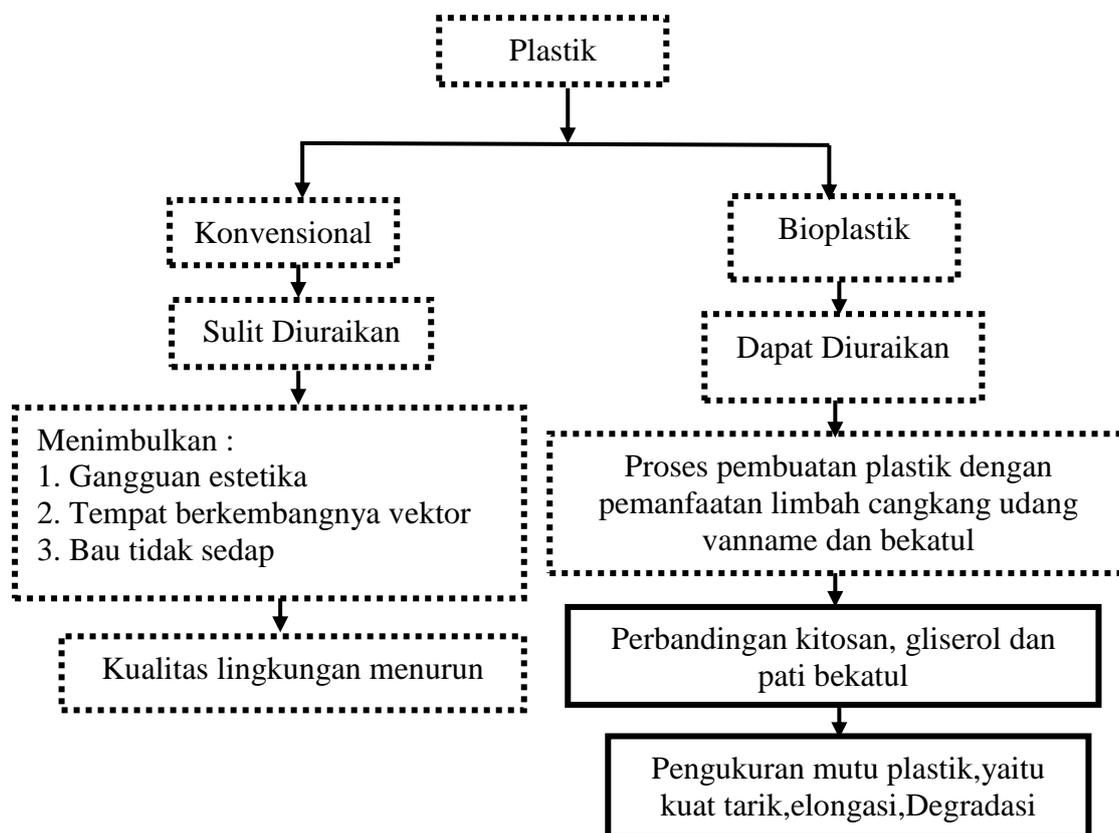
Gambar 3 menunjukkan struktur beras beserta lapisan yang melapisinya. Pada proses penggilingan padi, Bekatul dihasilkan setelah beras dipisahkan dari sekam (kulit luar gabah), kemudian dilakukan penyosohan. Proses penyosohan dilakukan dua kali dimana penyosohan pertama menghasilkan dedak (seratnya masih kasar), sedangkan penyosohan kedua menghasilkan bekatul (*rice bran*) yang bertekstur halus (Astawan dan Febrinda, 2010).

Dalam bekatul padi terkandung nilai gizi yang tinggi, yaitu: air (2,49%), protein (8,77%), lemak (1,09%), abu (1,60%), serat (1,69%), karbohidrat (84,36%), kalori (382,32 kal) (Hartanto, 2010). Kandungan

karbohidrat dan pati pada bekatul cukup tinggi dan memungkinkan digunakan sebagai bahan utama pembuatan bioplastik. Potensi tersebut sebagai nilai tambah pada bekatul sebagai bahan dasar dalam pembuatan kemasan plastik ramah lingkungan.

## B. Kerangka Konsep Penelitian

Berdasarkan penelusuran kepustakaan yang dilakukan oleh peneliti secara sistematis dengan skema sebagai berikut:



Gambar 4. Kerangka Konsep Penelitian

Keterangan :



: Diteliti



: Tidak Diteliti

Gambar 4 menunjukkan susunan kerangka konsep penelitian serta bagian bagian yang diteliti maupun tidak diteliti.

**C. Hipotesis**

Ada pengaruh variasi penambahan plasticizer gliserol dan kitosan dari cangkang udang vannamei pada bioplastik berbahan dasar bekatul terhadap nilai elongasi (perpanjangan putus), nilai kuat tarik serta lamanya degradasi.