

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Sampah

Pengertian sampah berdasarkan Undang-undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Sampah dapat diartikan sebagai barang yang tidak diinginkan lagi karena sudah tidak berguna dan tidak bernilai ekonomis (Hartono, 2008). Sampah dalam pengertian ini biasanya berasal dari sisa konsumsi pada rumah tangga, perkantoran, pasar, sekolah, dan berbagai aktivitas lainnya. Arti sampah menurut Sidik Wasito adalah zat padat atau semi padat yang terbuang karena tidak berguna lagi baik bisa membusuk maupun tidak dapat membusuk kecuali zat padat buangan seperti kotoran makhluk hidup (Rahim, 2020).

2. Sampah *Styrofoam*

Sampah *styrofoam* adalah benda padat yang berasal dari sisa kegiatan manusia yang sudah tidak diinginkan lagi. Sampah *styrofoam* merupakan material berbahaya karena mengandung *polystyrene* dan *benzene* yang tidak baik bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Menurut Enri Damanhuri, Dosen Teknik Lingkungan Institusi Teknologi Bandung (ITB) dalam wawancaranya dengan BBC Indonesia menyampaikan bahwa dalam proses pembuatan *styrofoam* melibatkan bahan berbahaya seperti

chlorofluorocarbon (CFC) yang berbahaya bagi lingkungan dan makhluk hidup lainnya, *styrofoam* juga bersifat sulit terurai butuh 500 hingga 1 juta tahun agar dapat terurai oleh tanah (Harum, 2022).

3. Limbah Ampas Tebu

Limbah memiliki pengertian yang berbeda dengan sampah, limbah adalah sisa dari suatu proses produksi atau kegiatan komersial yang berasal dari industri, manufaktur, pertambangan, dan pertanian atau perkebunan. Limbah ampas tebu merupakan residu buangan berupa batang berserat dari kegiatan penggilingan industri seperti pada pabrik pembuatan gula dan pembuatan es tebu. Limbah ampas tebu merupakan produk samping yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan menjadi produk baru yang memiliki nilai guna. Batang tebu sisa kegiatan penggilingan mengandung lignoselulosa yang tersusun dari beberapa komposisi seperti selulosa, lignin, dan hemiselulosa (Hermiati dkk., 2010).

4. Limbah Kulit Jagung

Limbah kulit jagung adalah limbah organik sisa hasil produksi setelah bagian bulir buahnya diambil. Limbah kulit jagung memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan karena kaya akan selulosa dan lignoselulosa. Menurut Paramita (2010) pada penelitian (Ginting, 2015) menyebutkan bahwa limbah kulit jagung berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi produk yang dapat menambah nilai bagi limbah tersebut. Saat ini limbah kulit jagung lebih banyak dimanfaatkan untuk pakan ternak, kerajinan tangan,

dan pembungkus makanan, namun hal ini belum cukup banyak menyerap limbah kulit jagung yang termanfaatkan.

5. Kemasan *Styrofoam*

a. Pengertian dan prinsip *styrofoam*

Styrofoam merupakan material yang terbuat dari *polystyrene* dan termasuk dalam golongan plastik. Mulanya *styrofoam* merupakan merk dagang pada industri komersial yaitu Dow Chemical untuk material berbahan dasar *polystyrene foam* (Suhaila, 2019). Pada umumnya *styrofoam* yang banyak dijumpai merupakan *polystyrene* yang telah mengalami perluasan atau perkembangan dari bentuk manik plastik padat melalui proses panas, *polystyrene* jenis ini disebut *expanded polystyrene (EPS)*. *Styrofoam* salah satu jenis plastik berbahan dasar *polystyrene* dengan rumus kimia $C_6H_5CH=CH_2$.

Styrofoam atau *expanded polystyrene* diproduksi dari campuran 2 bahan yaitu 5%-10% gas dengan agen pengembang seperti pentane atau carbon dioxide dan bahan utama sebanyak 90%-95% *polystyrene* (Laurance W. McKeen, 2009). *Expanded polystyrene (EPS)* diproduksi melalui proses *bulk suspension* yaitu proses suspensi massal, dimana *styrene* dipolimerisasi hingga mencapai konversi 25%-30% kemudian dimasukkan bahan pengembang seperti pentana, butana, atau karbon dioksida yang selanjutnya disuspensikan dalam air dan dipolimerisasi hingga 100% (Watson & Wallace, 2001).

b. Kelebihan dan kelemahan *styrofoam*

Styrofoam menjadi salah satu material berbahan plastik yang saat ini banyak digunakan untuk kemasan makanan dan kebutuhan industri. *Styrofoam* banyak diminati karena harganya terjangkau, mudah didapatkan, ringan, dan resistant terhadap air sehingga cukup aman untuk wadah makanan. Namun *styrofoam* juga memiliki kekurangan seperti sulit terurai karena bukan bahan *biodegradable*, mengandung bahan kimia berbahaya seperti *styrene* dan benzene yang membahayakan kesehatan manusia, serta tidak ramah bagi lingkungan karena saat *styrofoam* hancur menjadi partikel kecil dapat mencemari tanah dan air.

c. Standar dan Karakteristik *styrofoam*

Sebagai kemasan makanan *styrofoam* memiliki standar tertentu. Standarisasi berdasarkan kualitas fisik *styrofoam* mengacu pada ASTM C578 pada type 1. Standar *styrofoam* untuk kerapatan minimum adalah 0,015 g/cm³. Kemudian pada sifat fisik penyerapan air nilai maksimumnya adalah 4%. Sebagai kemasan makanan kategori plastik *styrofoam* memiliki standar khusus yang tertuang dalam Standar Nasional Indonesia (SNI 7323:2008). Dalam standar tersebut mencakup beberapa syarat mutu *styrofoam* yaitu ketebalan laminasi, kandungan timbal, migrasi zat, dan residu monomer *styrene*.

Karakter *polystyrene* mudah rapuh namun sedikit kuat, beberapa bahan dapat ditambahkan untuk meningkatkan sifat fleksibilitas seperti

karet polibutadine. Secara umum spesifikasi karakteristik *styrofoam* adalah sebagai berikut.

Tabel 2.1 Spesifikasi Karakteristik Styrofoam

Spesifikasi	
Ukuran butiran styrofoam	3mm-5mm
Berat jenis Styrofoam	13-22 kg/m ³
Modulus young (E)	3000-36000 Mpa
Kuat tarik Styrofoam (tensile strength)	46-60 Mpa
Spesific heat Styrofoam (c)	1.3 KJ/(kd.K)
Thermal conductivity Styrofoam (k)	0,08 W (m.K)

Sumber: (Irwan dkk, 2022) dalam penelitian (Hidayah, 2023)

d. Bahaya *Styrofoam*

Kemasan *styrofoam* menimbulkan masalah lingkungan karena sulit terurai secara alami. Proses degradasinya memakan waktu sangat lama dan menghasilkan mikroplastik yang berbahaya bagi hewan, mencemari air bersih, dan berdampak negatif bagi kesehatan manusia. Proses pembuatan *styrofoam* menggunakan gas CFC yang mudah terbakar, berkontribusi terhadap efek rumah kaca, dan merusak ozon. Satu cup *styrofoam* mengandung sekitar 10^{18} molekul CFC, yang tiap molekulnya dapat menghancurkan hingga 100.000 molekul ozon (Suhaila, 2019). Selain itu, *styrofoam* dapat melepaskan zat beracun seperti benzena dan stirena saat terpapar panas atau makanan berminyak, yang berbahaya bagi kesehatan.

Selain berdampak terhadap lingkungan *styrofoam* juga dapat berdampak terhadap kesehatan. Kandungan senyawa *styrene* pada *styrofoam* dapat bermigrasi ke makanan saat kondisi panas. Menurut

Nurfitasari (2018) dalam penelitian (Hevira dkk., 2021) senyawa *styrene* yang berkontak dengan makanan dapat menjadi karsinogen dan menyerang saraf, memicu kecacatan pada saraf otak. Warlina (2019) menyebutkan makanan yang terkontaminasi *styrene* juga dapat mempengaruhi genetik, serta organ tubuh seperti paru-paru dan hati. Kekebalan tubuh juga menjadi rentan (Darni, 2021). Potongan partikel *styrofoam* dalam bentuk mikroplastik dapat masuk kedalam tubuh manusia, hal tersebut menyebabkan terganggunya sistem pencernaan dan reproduksi (Bilan dkk., 2022).

6. *Biodegradable Foam*

a. Pengertian dan prinsip biofoam

Secara umum *biodegradable* berarti suatu produk yang sangat mampu untuk didaur ulang melalui proses atau mekanisme alami dan ramah lingkungan (EPA, 2019). Sehingga *biodegradable foam* dapat diartikan sebagai kemasan alternative dari *styrofoam* yang mampu terdegradasi secara hayati serta terbuat dari bahan baku yang ramah lingkungan. *Biodagradable foam* yang kemudian disingkat Biofoam terbuat dari bahan baku alami berupa pati dan serat tanaman sebagai agen *strenght* struktur kemasan.

b. Kelebihan dan kelemahan biofoam

Kemasan biofoam memiliki keunggulan seperti dapat mengembang dengan baik, dapat diperbaharui, efisiensi energi karna memanfaatkan limbah pertanian, berkelanjutan dan terdegradasi secara

alami oleh mikroorganisme sehingga tidak merusak lingkungan. Menurut Benezet dkk (2012) dalam penelitian (Utami dkk., 2014) Biofoam yang dapat terurai secara hayati merupakan pengembangan baru yang ditujukan untuk kemasan umum yang dapat diurai oleh mikroorganisme. Karena terbuat dari bahan alami biofoam tidak dapat bertahan lama dan umur simpan cenderung lebih pendek daripada kemasan konvensional. Oleh sebab itu produksi biofoam menjadi terbatas.

c. Standar biofoam

Saat ini belum ada Standar Nasional Indonesia (SNI) yang secara khusus mengatur nilai rujukan untuk produk *biodegradable foam*. Pada penelitian sebelumnya peneliti melakukan standarisasi kualitas biofoam berdasarkan karakteristik yang diujikan. Analisa kemampuan *water absorption* dari bahan yang digunakan dalam biofoam dapat mengacu standarisasi yang berlaku. Pada penelitian (Akmala & Supriyo, 2022) menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI 1969:2008) untuk menganalisa karakteristik daya serap air biofoam yang diujikan, dimana nilai standar yang berlaku adalah 26,12% apabila hasil uji melebihi nilai standar maka dinyatakan tidak memenuhi. Untuk analisa densitas biofoam Pada penelitian (Haitami dkk., 2025) mengacu pada standarisasi ASTM C578 Tipe 1, dimana nilai minimal densitas biofoam adalah 0,015 g/cm³ semakin besar nilai densitas pada biofoam maka semakin baik kualitasnya.

d. Karakteristik biofoam

Produksi *biodegradable foam* sangat dipengaruhi oleh keberagaman bahan baku dan metode yang digunakan. Berbagai jenis pati dan serat sebagai biokomposit biofoam menjadi penentu karakteristik biofoam yang dihasilkan. Pengamatan dilakukan pada sampel *biodegradable foam* untuk mengetahui karakteristiknya. Dalam penelitian ini dilakukan analisis karakterisasi sifat fisik yaitu:

1) Densitas (Kerapatan)

Densitas adalah nilai kerapatan suatu benda yang didapatkan dari pembagian massa dengan volume. Nilai densitas berkaitan dengan sifat fisik *biodegradable foam*. Densitas menjadi ukuran kepadatan partikel suatu benda, semakin tinggi nilai densitas yang dihasilkan maka semakin baik kualitas benda tersebut. Densitas dipengaruhi seberapa baik komponen padatan yang tersusun, proporsi rongga kosong dan porositas yang sedikit, membuat kepadatan pada benda cenderung lebih kuat. Pada penelitian ini pengujian fisik densitas merujuk pada *true density* dengan metode gravimetri yang sejalan dengan standar ASTM D1622 (Serrano dkk., 2020). Presentase densitas dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Keterangan:

ρ : adalah densitas bahan dalam satuan (g/cm³ atau kg/m³).

m : adalah massa bahan dalam satuan (g atau kg).

v : adalah volume bahan dalam satuan (cm^3 dan m^3).

Hasil akhir perhitungan densitas menggunakan satuan gram per sentimeter kubik.

2) Daya Serap Air (*Water Absorption*)

Daya serap air atau *water absorption* adalah sifat fisis suatu benda dalam menyerap air. Pengukuran daya serap air dilakukan melalui uji *water absorption* yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan sampel dalam menyerap air, percobaan ini dilakukan dengan cara menghitung perubahan massa yang terjadi akibat banyaknya air yang diserap oleh biofoam. Presentase daya serap air dapat mempengaruhi kualitas biofoam, semakin besar nilai daya serapnya, maka biofoam akan semakin mudah rusak (Hendrawati dkk., 2019). Pengujian daya serap air dalam penelitian ini mengacu pada metode standar ASNT NBR ISO 5352014. Persentase daya serap dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\% \text{ Daya serap} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100\%$$

Keterangan:

m_1 : adalah massa sampel awal dalam satuan (g).

m_2 : adalah massa sampel setelah penyerapan dengan satuan (g).

Hasil akhir dari perhitungan ini dalam bentuk presentase (%).

7. Serat Ampas Tebu



Gambar 2. 1 Tanaman Jagung

Sumber: Agri-Kompas.com

a. Kandungan serat ampas tebu

Tebu atau dalam bahasa inggris disebut *sugarcane* adalah tanaman jenis rumput-rumputan sebagai bahan baku penghasil gula dan vetsin dengan nama latin *Saccharum Officinarum Linn*. Serat ampas tebu banyak ditemukan pada bagian batang tebu. Setelah sari air pada batang tebu dikeluarkan akan menyisakan serat padat seperti kayu. Serat batang tebu sebagian besar tersusun dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang mana komponen tersebut cocok untuk dijadikan bahan baku dalam pembuatan biofoam. Menurut Sudarminto dalam penelitian (Coniwanti dkk., 2018) kandungan selulosa dalam ampas tebu sebanyak 37,65%. Presentase kimia dari ampas tebu terbagi menjadi 3 bagian utama yaitu 40-50% ampas tebu merupakan selulosa, 25-35% merupakan hemiselulosa, kemudian sisanya adalah lignin, lilin, dan lain-lain (Mahmud & Anannya, 2021).

b. Peran serat ampas tebu

Serat ampas tebu dalam pembuatan biofoam bertujuan untuk memperbaiki sifat fisik dan mekanis serta memperkuat struktur biofoam. Serat ampas tebu digunakan untuk mengisi ruang kosong dan mengurangi porositas biofoam. Pemadatan r struktur biofoam oleh serat dapat meningkatkan sifat densitas. Nilai densitas yang tinggi dapat mengurangi kemampuan biofoam dalam menyerap air. Berdasarkan penelitian (Darni, 2021) tentang karakteristik biofoam berbahan ampas tebu dan pati sagu mendapatkan hasil nilai densitas 0.44 g/cm^3 , nilai tersebut telah memenuhi standar kerapatan untuk biofoam.

8. Serat Kulit Jagung



Gambar 2. 2 Limbah Kulit Jagung

Sumber: Rumah Mesin

a. Kandungan serat kulit jagung

Jagung memiliki nama ilmiah (*Zea mays*) yang merupakan tanaman serelia dan tanaman pangan pokok yang potensial. Bagian jagung yang belum banyak dimanfaatkan salah satunya adalah kulit jagung. Pemanfaatan limbah kulit jagung menjadi biofoam menjadi salah

satu upaya yang inovatif dan berdampak baik bagi lingkungan. Kulit jagung lebih dulu diolah menjadi serat. Serat dari kulit jagung merupakan sumber serat selulosa alami termurah dan memiliki potensi yang bernilai tinggi serta kemampuan proses yang lebih baik dibandingkan serat alami lainnya seperti daun nanas ataupun pisang. Berdasarkan penelitian karakteristik kimia serat kulit jagung yang dilakukan oleh (Fagbemigun dkk., 2014) yang mengacu pada standar *Technical Association of the Pulp and Paper Industry* (TAPPI) untuk berbagai komponen menunjukkan nilai karakteristik serat kulit jagung sebagai berikut:

Tabel 2.2 Karakteristik Kulit Jagung

Komponen	Presentase
Lignin	15%
Abu	5,09%
Selulosa	44,08%
Alkohol-cyclohexane solubility	4,57%

Sumber: Penelitian (Taiwo K, 2014)

b. Peran serat kulit jagung

Serat kulit jagung memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi yaitu 45%. Selulosa berperan penting dalam pembuatan biofoam karena dapat meningkatkan kekuatan biofoam. Dengan perlakuan NaOH terhadap serat kulit jagung akan melepaskan lignin dan hemiselulosa sehingga meninggalkan selulosa saja. Hal tersebut akan membuat biofoam tahan terhadap air. Berdasarkan penelitian (Rozzana, 2025) penambahan kulit jagung pada pembuatan biofoam menurunkan nilai

daya serap air. Struktur seratnya yang panjang serta selulosa yang tinggi dapat meningkatkan kekakuan biofoam (Ginting, 2015).

9. Pati Ganyong



Gambar 2. 3 Umbi Ganyong

Sumber RRI.co.id

a. Komposisi pati ganyong

Umbi ganyong dapat diolah menjadi beberapa produk diantaranya adalah pati karena kandungan seratnya yang tinggi. Berdasar penelitian Kay mengatakan bahwa Umbi ganyong mengandung karbohidrat yang cukup tinggi yaitu berkisar 22,6%-24,6% serta mengandung zat lain seperti kalsium, fosfor, dan zat besi (Richana, 2019b). Berdasarkan sifat fisik dan kimia pada umbi ganyong (*Canna edulis*) terdapat kandungan amilosa dan amilopektin yang seimbang dengan presentase 41% dan 53%, sehingga kadar pati pada umbi ganyong dapat menjadi bahan alternatif dalam pembuatan *biodegradable foam*. Kandungan amilopektin pada pati ganyong dapat meningkatkan karakteristik mekanik pada biofoam karena sifat daya serap air yang rendah, sehingga

bentuk fisik biofoam tidak mudah hancur atau rusak. Karakter pati ganyong cenderung lengket dan kenyal. Karakteristik kimia pati ganyong berdasarkan penelitian Richana dan Sunarti tahun 2004 adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Karakteristik Pati Ganyong

Komponen	Presentase
Air	8,34 %
Pati	85,32%
Protein	0,08%
Lemak	0,75%
Abu	0,20%
Serat Kasar	0,97%
Amilosa	10,45%

Sumber: Araceae dan Dioscorea Umbi-umbian Indonesia

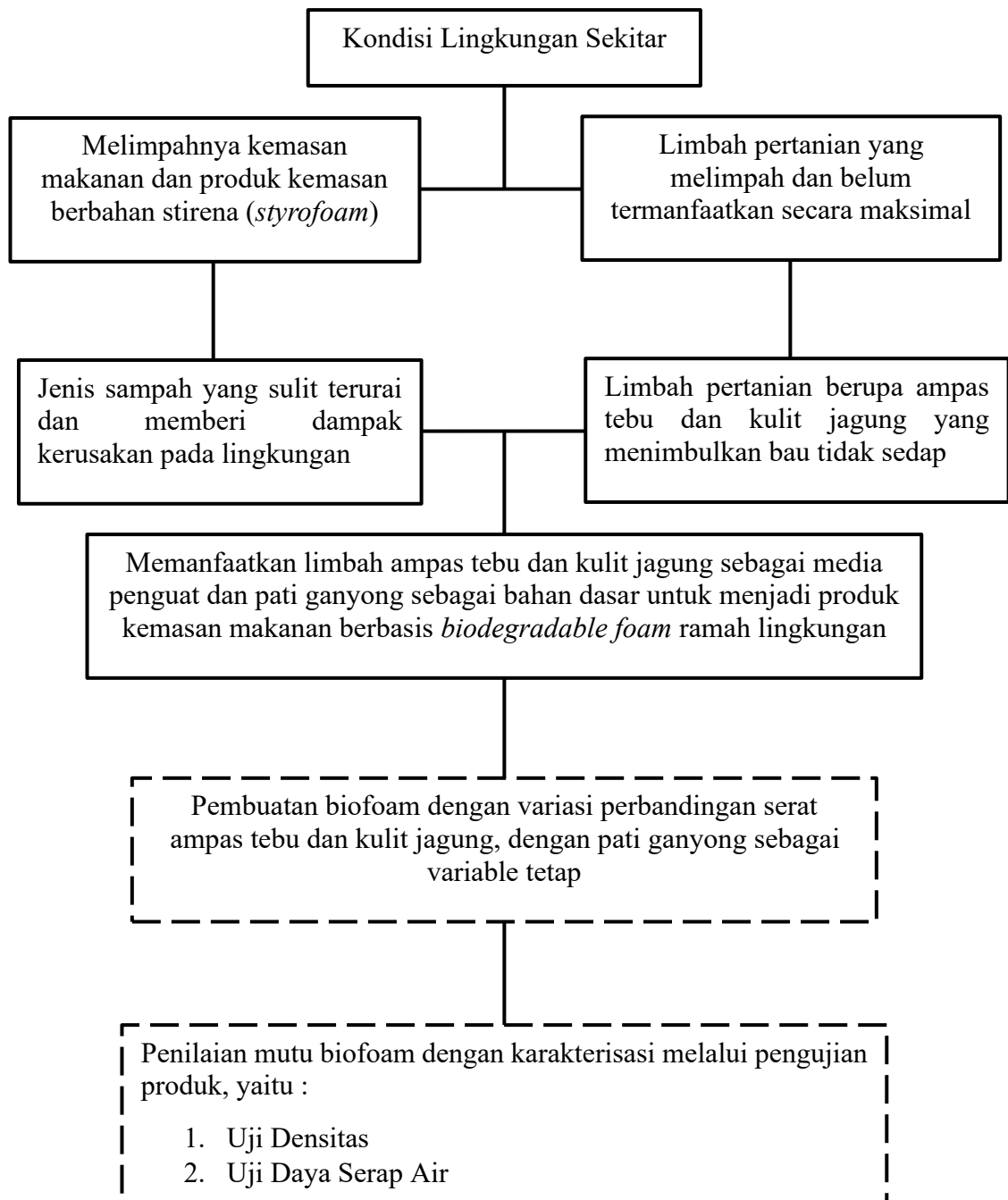
b. Peran pati ganyong terhadap biofoam

Pati merupakan bahan utama dalam pembuatan biofoam yang berfungsi sebagai matriks (pengikat). Kandungan amilosa pada pati ganyong cukup tinggi dan memberi kekuatan mekanik pada biofoam. Pati ganyong berperan penuh saat proses pembentukan biofoam, pati ganyong memiliki sifat gelatinisasi yaitu kemampuan untuk mengembang saat berkontak dengan suhu panas dan akan mengkristal kembali setelah gelatinisasi. Penggunaan pati sebagai bahan dasar membuat biofoam bersifat biodegradable atau mudah terurai (Destiany, 2024).

B. Kerangka Konsep

Penelitian ini dilakukan untuk dapat mengetahui karakteristik dari *biodegradable foam* yang dibuat dari rasio perbandingan bahan ampas tebu,

kulit jagung, dan juga pati ganyong yang kemudian dianalisis dan dikaji berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan oleh peneliti. Berdasarkan data kepustakaan yang dilakukan oleh peneliti secara garis besar kerangka konsep penelitian sebagai berikut:



Gambar 2. 4 Kerangka Konsep Penelitian

Keterangan:

 : Tidak diteliti
 : Diteliti

C. Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian dirumuskan sebagai dugaan sementara terhadap rumusan masalah penelitian. Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hipotesis Mayor

Variasi rasio serat ampas tebu dan kulit jagung berpengaruh signifikan terhadap sifat fisik biofoam berbahan dasar pati ganyong.

2. Hipotesis Minor

- a. Ada pengaruh variasi rasio (1:9), (3:7), dan (5:5) serat yang digunakan terhadap densitas kemasan makanan *biodegradable foam*.
- b. Ada pengaruh variasi rasio (1:9), (3:7), dan (5:5) serat yang digunakan terhadap daya serap air kemasan makanan *biodegradable foam*.