

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kepiting Bakau (*Scylla serrata*)

1. Klasifikasi kepiting bakau (*Scylla serrata*)

Berdasarkan taksonominya kepiting bakau (*Scylla serrata*) dapat diklasifikasi sebagai berikut⁸:



Kingdom	: Animalia
Phylum	: Arthropoda
Class	: Crustaceae
Sub class	: Malacostraca
Ordo	: Decapoda
Sub ordo	: Brachyuran
Familia	: Portunidae
Genus	: <i>Scylla</i>
Species	: <i>Scylla serrata</i>

2. Morfologi kepiting bakau (*Scylla serrata*)

Kepiting bakau merupakan salah satu kelompok Crustacea, tubuh kepiting ditutupi dengan karapas, yang merupakan kulit keras atau exoskeleton (kulit luar) dan berfungsi untuk melindungi organ bagian dalam kepiting. Kulit yang keras tersebut berkaitan dengan fase hidupnya (pertumbuhan) yang selalu terjadi proses pergantian kulit (*molting*). Kepiting bakau memiliki ciri berupa adanya *cheliped* dan kaki-kaki dengan pola poligon untuk kedua jenis kelamin dan pada *abdomen*

⁸ Kanna, A. *Budidaya kepiting bakau: pembenihan dan pembesaran*. Ksinus. Jakarta. Hal 80. (2002).

betina. Warna tubuh bervariasi dari ungu kehijauan hingga hitam kecoklatan. Duri pada *rostrum* tinggi, rata dan agak tumpul dengan tepian yang cenderung cekung dan membulat. Duri pada bagian luar *cheliped* berupa dua duri tajam pada *propodus* dan sepasang duri tajam pada *carpus*⁹.



Gambar 2.1. Morfologi kepiting bakau (*Scylla serrata*)¹⁰

3. Habitat Kepiting Bakau (*Scylla serrata*)

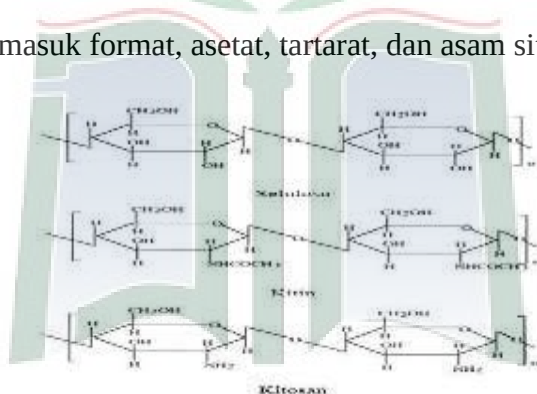
Habitat kepiting bakau beragam, mulai dari lingkungan air, baik tawar maupun asin dan lingkungan daratan. Ada beberapa kepiting yang menyukai hidup dilingkungan berbatu, namun ada pula yang senang hidup diantara akar tumbuh-tumbuhan mangrove . Kepiting bakau juga ditemukan di daerah estuary, perairan pantai berlumpur dan ditambak air payau. Kisaran salinitas yang sesuai untuk pertumbuhan kepiting adalah pada salinitas 10-20 ppt. suhu yang cocok untuk pertumbuhan kepiting antara 23°C-35°C. Kepiting bakau dapat hidup pada kondisi perairan asam yaitu daerah yang bersubtrat lumpur dengan pH rata-rata 6,5.

⁹ Sentosa 2011. *Sebaran Temporal Faktor Kondisi Kepiting Bakau (Scylla Serata) di Perairan Pantai Mayangan, Kabupaten Subang, Jawa Barat*. Jurnal Perikanan 13. (1)

¹⁰ Sumber. <http://1001budidaya.com/budidaya-kepiting>

B. Kitosan

Kitosan merupakan salah satu bahan biologis yang sangat berpotensi sebagai bahan koagulan yang ramah lingkungan. Karena berdasarkan struktur kimianya, kitosan memiliki gugus aktif amina (NH_2). adanya pasangan elektron bebas dari atom nitrogen pada gugus amina, menyebabkan gugus tersebut bersifat elektron negatif dan sangat reaktif mengingat ion-ion logam¹¹. Secara struktural, kitosan merupakan polimer rantai lurus (*straight-chainpolymer*) yang terdiri dari D-glukosamin dan N-asetil-D-glukosamin. Kitosan mempunyai rumus umum $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}_4$ atau disebut sebagai poli (2-amino-2-deoksi- β -Dglukosa). Kitosan memiliki PKA (Kinase Protein A) 6,5 sehingga kitosan dapat larut dalam sebagian besar larutan organik yang bersifat asam dan memiliki pH (*Potensial Hidrogen*) kurang dari 6,5 termasuk format, asetat, tartarat, dan asam sitrat¹².



Gambar 2.2. kitin dan kitosan¹³

Kitosan tidak larut dalam asam fosfat dan asam sulfat. Kelarutan kitosan, kemampuannya terbiodegradasi, reaktivitas, dan adsorpsi oleh banyak substrat tergantung dari jumlah gugus amino yang terprotonasi dalam rantai polimer, selain dari perbandingan jumlah unit D-glukosamin yang terasetilasi dan tidak

¹¹ Rosliana Lubis dan Muhammad Usman. *Pemanfaatan Kitosan dari Limbah Cangkang Kerang Bulu (Anadara inflata)*, 2014. hal 01. <https://ojs.uma.ac.id>

¹² Ibid. Hal. 101

¹³ Sumber. stutipage.wordpress.com

terasetilasi. Gugus amina (pKa 6,2–7,0) akan terprotonasi dalam asam dengan pH yang lebih rendah dari 6,2, sehingga kitosan dapat terlarut. Di dalam asam, gugus amina pada kitosan akan terprotonasi menjadi ammonium kuartener (NH_3^+) sehingga kitosan menjadi bermuatan positif.

Kitosan dipilih sebagai polimer yang baik untuk aplikasi biomedis dan farmasetik karena sifat yang dimilikinya yaitu, kemampuannya terbiodegradasi, biokompatibel, memiliki daya antimikroba, dan tidak toksik. Kitosan ditemukan oleh C. Rouget, dia menemukan bahwa kitin yang telah dididihkan pada larutan KOH (*Kalium Hidroksiada*) juga dapat diperlakukan dengan NaOH (*Natrium Hidroksida*) panas maka akan terjadi pelepasan gugus asetil (proses deasetilasi) yang terikat pada atom nitrogen menjadi gugus amino bebas yang disebut dengan kitosan¹⁴.

1. Sifat-Sifat Kitosan

Kitosan bermuatan positif karena kelompok amina pada pH (*Potensial Hidrogen*) asam, yang besarnya tergantung pada tingkat deasetilasi, dan dengan demikian kitosan diklasifikasikan sebagai polielektrolit kationik, sedangkan polisakarida yang lain memberikan muatan netral ataupun anionik¹⁵. Kitosan adalah padatan amorf putih yang tidak larut dalam alkali dan asam mineral kecuali pada keadaan tertentu. Keterlarutan kitosan yang paling baik adalah dalam larutan asetat 1%, asam format 10% dan asam sirtat 10%. Kitosan tidak larut dalam asam piruvat, asam laktat, dan asam anorganik pada pH tertentu, walaupun setelah

¹⁴ Ibid. Hal 101-102

¹⁵ Hwang J, Hong S, Kim C. 1997. *Effect of molecular weight and NaCl concentration on dilute solution properties of chitosan*. J Pharm Pharmaceut Sci.

dipanaskan dan diaduk dengan waktu yang agak lama. Membedakan kitosan dan kitin dapat di bedakan dari kelarutan kitosan dalam larutan asam format ataupun asam asetat, sedangkan kitin tidak dapat melarut dalam pelarut asam tersebut¹⁶.

2. Kegunaan Kitosan

Kitosan merupakan polimer karbohidrat termodifikasikan yang diperoleh dari deatilisasi kitin serta memiliki karakteristik yang baik dan unik meliputi kemampuannya yang *biodegradabke*, *biokompatibel*, bioaktif, dan non-toksik, sehingga kitosan telah banyak dipelajari dan di teliti untuk penggunaan dalam bidang bioteknologi, *watertreatment*, pertanian, farmasi dan industry makanan¹⁷.

Kegunaan kitin dan kitosan sangat luas dalam kehidupan sehari-hari. Kitin dan kitosan digunakan sebagai adsorben limbah logam berat, zat warna, pengawer, anti jamur, kosmetik, farmasi dan flokulah. Kitosan juga digunakan dalam berbagai industri pengolahan limbah, industri tekstil, industri perkayuan, industri kertas dan industri elektronika. Kitosan yang terdegradasi akan memiliki bobot molekul yang lebih rendah sehingga dapat lebih mudah larut dalam air dan memiliki perbedaan signifikan dalam aktivitasnya sebagai antimikroba, antitumor, dan aktivitas pertumbuhan tanaman dibandingkan kitosan dengan bobot molekul yang lebih tinggi¹⁸.

¹⁶ Ibid hal 102

¹⁷ Kumar, Ravi, N., V., Majeti. 2000. *A review of chitin and chitosan applications*. Reactive & Functional Polymers 46, 1-27.

¹⁸ Hien dkk. "Study of the Formation of Porous Hydroxyapatite Ceramics from Corals via Hydrothermal Process". Journal of Chemistry. 2010. Vol.45 (5). P. 591-596.

3. Karakteristik Kitosan

Kitosan mempunyai sifat polielektrolit, berbentuk padatan amorf dan memiliki warna putih kekuningan. Kitosan larut dalam pelarut asam organik pada kisaran pH 4-6,530. Karakteristik kitosan meliputi penentuan derajat deasetilasi, kadar air, rendemen, kelarutan 31, pH dan viskositas¹⁹. Spektrum infra merah digunakan untuk penentuan derajat deasetilasi kitosan yang terbentuk. Frekuensi yang digunakan berkisar antara 4000 cm⁻¹ sampai dengan 400 cm⁻¹. Derajat deasetilasi kitosan ditentukan dengan metode baseline yang ditentukan Domszy dan Robert serta Baxter²⁰. 32 Kitosan yang diperoleh dianalisis dengan FTIR untuk mengetahui Derajat Deasetilasi (DD). Metode garis oleh Moore dan Robert, seperti ditunjukkan dalam persamaan. Sampel ditambahkan KBr (*Kalium bromida*), dibuat pellet dan kemudian ditentukan spektrumnya.

C. Industri Limbah Tahu

1. Tahu

Tahu merupakan produk makanan yang berasal dari olahan kedelai yang banyak digemari masyarakat. Umumnya pembuatan tahu dilakukan oleh industri kecil atau industri rumah tangga. Hampir disetiap kota di Indonesia dijumpai industri tahu. Pada prinsipnya pembuatan tahu dibuat dengan mengekstrak protein kemudian mengumpulkannya hingga membentuk padatan protein. Setiap proses pengolahan tahu memerlukan banyak air mulai dari pencucian dan perebusan

¹⁹ KyoonNo, Meyers SP, 1997. *Preparation of Chitian Chitosan*. dalam: Muzzarelli RAA, Peter MG (eds.). *Chitin Handbook*. EuropeanChitinSociety. Italy

²⁰ Hanafi, dkk. "Pemanfaatan Kulit Udang untuk Pembutan Kitosan dan Glukosamin, LIPI Kawasan PUSPITEK, Serpong. 1999.

kedelai. Limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan tahu berupa limbah cair dan limbah padat. Buangan industri mengandung bahan-bahan organik yang sangat tinggi. Bahan organik yang terkandung pada buangan tersebut berupa protein, karohidrat, lemak dan minyak²¹.

2. Limbah Tahu

Limbah tahu terdiri atas dua jenis yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat yang berupa kotoran berasal dari proses awal (pencucian) bahan baku kedelai dan umumnya limbah padat yang terjadi tidak begitu banyak (0,3% dari bahan baku kedelai). Limbah padat yang berupah ampas tahu terjadi pada proses penyaringan bubur kedelai. Ampas tahu yang berbentuk beserannya berkisar antara 25-35% dari produk tahu yang dihasilkan. Sedangkan limbah cair merupakan bagian terbesar dan berpotensi mencemari lingkungan. Limbah ini terjadi karena adanya sisa air tahu yang tidak menggumpal, potongan tahu yang hancur karena proses penggumpalan yang tidak kesempurnaan serta cairan keruh kekuningan yang dapat menimbulkan bau tidak sedap bila dibiarkan²².

Limbah cair tahu pada proses produksi berasal dari proses rendaman, pencucian kedelai, pencucian peralatan proses produksi tahu, penyaringan dan pengepresan atau pencetakan tahu. Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut dengan air dadih. Cairan ini mengandung kadar protein yang tinggi dan dapat segera terurai. Limbah ini sering dibuang secara langsung tanpa

²¹ Mariana, M (2019). *Penurunan Kadar COD, BOD dan Nitrit Limbah Pabrik Tahu Menggunakan Karbon Aktif Ampas Bubuk Kopi*. *Jurnal Serambi Engineering*, 4(2), 557-564.

²² Nonong. 2010. *Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Bahan Penyerap Logam Krom, Kadmium dan Besi dalam Air Lindi TPA*. *Jurnal Pembelajaran Sains*. 6(2): 257-269.

pengolahan terlebih dahulu sehingga menghasilkan bau busuk dan mencemari lingkungan.

3. Kandungan Limbah Cair Tahu

Limbah cair tahu mengandung bahan-bahan organik yang tinggi terutama protein dan asam-asam amino. Adanya senyawa-senyawa organik tersebut menyebabkan limbah cair industri tahu mengandung BOD, COD, dan TSS yang tinggi²³. Bahan-bahan organik yang terkandung di dalam limbah industri cair tahu pada umumnya sangat tinggi. Senyawa-senyawa organik tersebut dapat berupa besar yaitu mencapai 40%-60%, karbohidrat 25%-50%, dan lemak 10%. Bertambah lama bahan-bahan organik dalam limbah cair tahu, maka volumenya semakin meningkat²⁴.

Gas-gas yang biasanya digunakan dalam limbah cair tahu adalah oksigen (O_2), hydrogen sulfide (H_2S), amino (NH_3), karbondioksida (CO_2), dan metana (CH_4). Gas-gas tersebut berasal dari dekomposisi bahan-bahan organik yang terdapat dalam limbah cair tersebut²⁵. Senyawa organik yang berada pada limbah adalah senyawa yang dapat diuraikan secara sempurna melalui proses biologi baik aerob maupun anaerob. Sedangkan senyawa anorganik pada limbah adalah senyawa yang tidak dapat diuraikan melalui proses biologi²⁶.

²³ Husin, A. 2003. *Pengolahan limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Biji Kelor (Moringa Oleifera) Sebagai Kounggulan*. Laporan Penelitian Dosen Muda Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara.

²⁴ Sugiarto. 1994. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.

²⁵ Herlambang, A. 2005. *Penghilangan Bau Secara Biologi Dengan Biofilter Sintetik*. JAI. Vol. 1, No. 1. Kelompok Pengolahan Air Bersih Dan Limbah Cair, Pusat Pengkajian Dan Penerapan Teknologi Lingkungan, BPPT.

²⁶ Nurullatifah. 2011. *Limbah organik, anorganik dan B3*. <http://limbah-organik-anorganik-dan-b3>.

4. Karakteristik Limbah Cair

Secara umum karakteristik air buangan digolongkan atas sifat fisika, kimia, dan biologi. Akan tetapi, air buangan industri biasanya hanya terdiri dari karakteristik fisika dan kimia. Parameter yang digunakan untuk menunjukkan karakteristik air buangan industri tahu adalah :

1. Parameter fisika, seperti kekukuruhan, suhu, zat padat, bau dan lain-lain.
2. Parameter kimia, dibedakan atas kimia organik dan kimia anorganik. Kandungan organik (BOD, COD, TOC,) oksigen terlarut (DO), minyak atau lemak, nitrogen total, dan lain-lain. Sedangkan kimia anorganik meliputi : pH, Pb, Ca, Fe, Cu, Na, sulfur, dan lain-lain.

Beberapa karakteristik limbah cair industri tahu yang penting antara lain:

a. Padatan Tersuspensi

Yaitu bahan-bahan yang melayang yang tidak larut dalam air. Padatan tersuspensi sangat berhubungan erat dengan tingkat kekeruhan air. Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat dalam air. Kekeruhan disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut. Semakin tinggi kandungan bahan tersuspensi maka air semakin keruh.

b. Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH merupakan factor pengontrol yang menentukan kemampuan biologis mikroalga dalam memanfaatkan unsur hara. Nilai pH yang terlalu tinggi misalnya, akan mengurangi aktivitas fotosintesis mikroalga. Proses fotosintesis

merupakan proses mengambil CO_2 yang terlarut dalam air, dan berakibat pada penurunan CO_2 terlarut dalam air. Penurunan CO_2 akan meningkatkan pH. Dalam keadaan basa ion bikarbonat akan membentuk ion karbonat dan melepaskan ion hidrogen yang dapat bersifat asam sehingga keadaan menjadi netral. Sebaliknya dalam keadaan terlalu asam, ion bikarbonat akan mengalami hidrolisis menjadi ion bikarbonat dan melepaskan ion hidrogen oksida yang bersifat basa, sehingga keadaan netral kembali, dapat dilihat pada reaksi berikut²⁷:

c. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Merupakan parameter untuk menilai jumlah zat organik yang terlarut serta menunjukkan jumlah oksigen yang diperlukan oleh aktifitas mikroorganisme dalam menguraikan zat organik secara biologi didalam limbah cair. Limbah cair industri tahu mengandung bahan-bahan organik terlarut yang tinggi. Konsentrasi BOD yang semakin tinggi menunjukkan semakin banyak oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik²⁸. Nilai BOD yang tinggi menunjukkan terdapat banyak senyawa organik dalam limbah, sehingga banyak oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan senyawa organik. Nilai BOD yang rendah menunjukkan terjadinya penguraian limbah organik oleh mikroorganisme²⁹.

²⁷ Laven, P. 1996. *Manual On the Production And Use of Live food for aquaculture*. FAO Fisheries Paper. Rome FAO.

²⁸ Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengolahan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan*. Kanisius, Yogyakarta. Hal 195.

²⁹ Ami, A. 2001. *Pengolahan Limbah Cair Pabrik Tahu Dengan Rotating Biological Contactor (RBC) pada Skala Laboratorium*. Linnotek. Vol, VIII. No, 1, :21-34

d. *COD (Chemical Oxygen Demand)*

Disebut juga kebutuhan oksigen kimiawi, merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh oksidator (misal kalium dikromat) untuk mengoksidasi seluruh material baik organik maupun anorganik yang terdapat dalam air. Jika kandungan senyawa organik maupun anorganik cukup besar, maka oksigen terlarut dalam air dapat mencapai nol, sehingga tumbuhan, air, ikan-ikan, hewan air lainnya yang membutuhkan oksigen tidak mungkin hidup.

5. *Dampak Limbah Cair Tahu*

Dampak yang ditimbulkan oleh pencemaran bahan organik limbah industri tahu adalah gangguan terhadap kehidupan biotik, turunnya kualitas air perairan akibat meningkatnya kandungan bahan organik. Aktivitas organisme dapat dapat memecah molekul organik yang sederhana. Bahan organik seperti ion fosfat dan nitrat dapat di pakai sebagai makanan oleh tumbuhan yang melakukan fotosintesis. Selama proses metabolisme oksigen banyak dikonsumsi, sehingga apabila bahan organik dalam air sedikit, oksigen yang hilang dari air akan segera diganti oleh oksigen hasil proses fotosintesis dan oleh aerasi dari udara. Sebaliknya jika konsentrasi beban organik terlalu tinggi, maka akan tercipta kondisi anaerobik yang menghasilkan produk dekomposisi berupa ammonia, karbondioksida, asam asetat, hidrogen sulfida, dan metana³⁰.

Limbah cair yang dihasilkan mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut, akan mengalami perubahan fisika, kimia, dan hayati yang akan menimbulkan gangguan terhadap kesehatan karena menghasilkan zat beracun

³⁰ Adack, J. 2013, *Dampak Pencemaran Limbah Pabrik Tahu Terhadap Lingkungan Hidup*.

atau menciptakan media untuk tumbuhnya kuman penyakit atau kuman lainnya yang merugikan baik pada produk tahu sendiri ataupun tubuh manusia. Bila dibiarkan, maka air limbah akan berubah warnanya menjadi cokelat kehitaman yang berbau busuk. Bau busuk itu mengakibatkan sakit pernapasan. Apabila limbah dialirkan kesungai maka akan mencemari sungai dan bila masi digunakan akan menimbulkan gangguan kesehatan yang berupa penyakit gatal, diare, radang usus, dan penyakit lainnya³¹.

D. Hipotesis

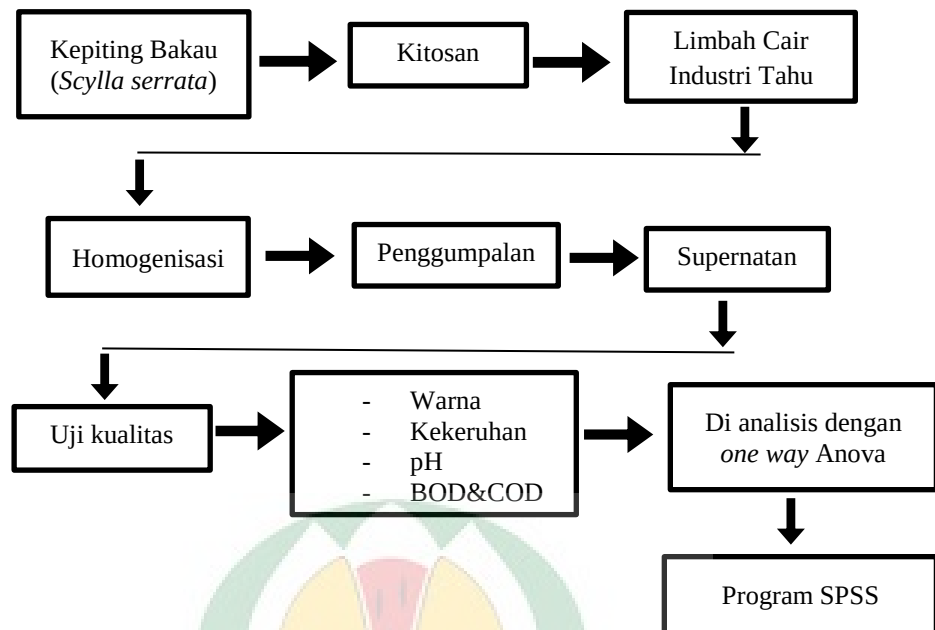
H₀ Kitosan dari kepiting bakau (*Scylla serrata*) efektif pada limbah cair tahu.

H₁ Kitosan dari kepiting bakau (*Scylla serrata*) tidak efektif pada limbah cair tahu.

E. Kerangka Pikir

Usaha yang dilakukan untuk mencegah penimbunan limbah cangkang kepiting bakau yang berasal dari hewan artropoda dapat dimanfaatkan menjadi kitosan. Kitosan merupakan bahan organik yang memiliki banyak manfaat salah satunya yaitu menurunkan kekeruhan. Limbah cair industri tahu sangatlah berbahaya karena berada sekitar perumahan penduduk limbahnya dibuang langsung ke kanal sehingga limbah tahu terfermentsi oleh bakteri sehingga mengalami pembusukan dan bau karena limbah tahu mengandung protein. Dengan itu kitosan menjadi salah satu solusi untuk mengurangi pencemaran karena mampu mengikat protein-protein dengan memanfaatkan gugus hidroksil dan amina yang terdapat pada kitosan

³¹ Kaswinarni, F. 2007. *Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu*. Tesis Universitas Diponegoro Semarang. Hal 106.



Gambar 2.3 Kerangka pikir