

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Ikan Tenggiri (*Scomberomorus commersonii*)

Tenggiri termasuk ikan pelagis yang hidup di permukaan laut atau didekatnya. Salah satu dari sifat ikan pelagis besar ini adalah suka bergerombol, sehingga penyebarannya pada suatu perairan tidak merata (Martosubroto et al. 1991 diacu dalam Mutakin 2001). Taksonomi ikan tenggiri diklasifikasikan sebagai berikut (Saainin 1984) :

Filum : Chordata

Sub filum : Vertebrata

Kelas : Pisces

Sub kelas : Teleostei

Ordo : Percomorphi

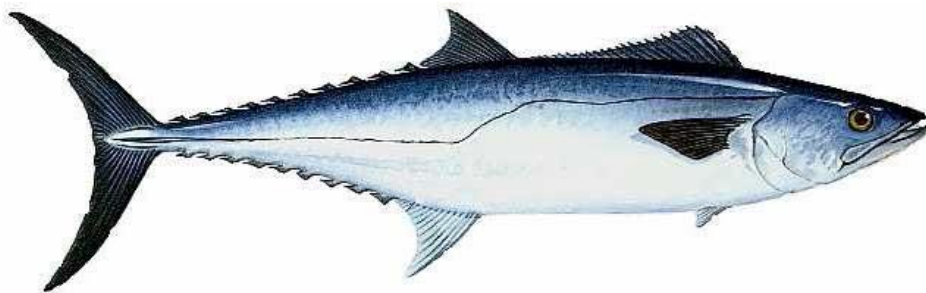
Sub ordo : Scombridea

Famili : Scombridae

Sub family : Scombrinae

Genus : *Scomberomorus*

Spesies : *Scomberomorus commersonii*



Sumber: Alam, 2013

Gambar 1. Ikan Tenggiri

Daging ikan tenggiri mengandung protein berkualitas tinggi dan vitamin yang sangat berguna untuk pertumbuhan dan ketahanan tubuh . Daging ikan tenggiri merupakan salah satu produk pangan hewani yang kontribusinya penting sebagai sumber protein (Anonim 2011). Kandungan nilai gizi ikan tenggiri dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kandungan Ikan Tenggiri

| Komposisi | Jumlah (%) |
|-------------|------------|
| Air | 60-80 |
| Protein | 18-22 |
| Lemak | 0,2-5 |
| Karbohidrat | <5 |
| Abu | 1-3 |

Sumber : Standsby, 1962

Daging ikan tenggiri sebagai produk pangan sangat banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan kerupuk, sedangkan limbah (jeroan) ikan tenggiri dapat digunakan sebagai bahan pakan ikan itu sendiri (Nurtitus, 2009). Kulit dan tulang ikan tenggiri dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan gelatin yang ekonomis.

2.2 Tulang Ikan Tenggiri

Bahan utama penelitian adalah tulang ikan tenggiri, proporsi tulang ikan terhadap tubuh ikan mencapai 12,4%. Tulang atau kerangka adalah jaringan yang kuat dan tangguh yang memberi bentuk pada tubuh. Tersusun atas matriks organik keras yang diperkuat dengan endapan garam kalsium dan garam mineral lain dalam tulang.

Tabel 2. Kandungan Mineral Dalam Tulang

| Komposisi tulang | Persen (%) |
|----------------------|------------|
| Komponen anorganik : | |
| - Kalsium | 39 % |
| - Potassium | 0,2 % |
| - Sodium | 0,7 % |
| - Magnesium | 0,5 % |
| - Carbonat | 9,8 % |
| - Pospat | 17 % |
| Komponen organik | 33 % |

Sumber : *Herniawati, 2008*

Tabel 3. Komposisi Kolagen Tulang Ikan Tenggiri

| Komposisi | Persen (%) |
|-----------|------------|
| Protein | 31,92 |
| Lemak | 1,41 |
| Abu | 54,63 |
| Kadar Air | 5,29 |
| Fosfor | 0,92 |
| Kalsium | 3,39 |
| Rendemen | 49,8 |

Sumber : *Yudhomenggolo et al., 2012*

Dari tabel diatas dapat dilihat, bahwa pada tulang ikan mempunyai kandungan kolagen sebanyak 49,8% yang digunakan sebagai syarat utama untuk membuat lem.

2.3 Kolagen Ikan Tenggiri

Kolagen adalah protein serabut (*fibril*) yang mempunyai sifat fisiologis yang unik, terdapat di jaringan ikat pada kulit, tendon, tulang, kartilago dan lain-

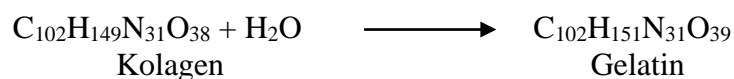
lain (Wong, 1989). Protein ini memiliki sifat kurang larut, amorf, dapat memanjang dan berkontraksi. Protein serabut ini tidak larut dalam pelarut encer, sukar dimurnikan, susunan molekulnya dari rantai molekul yang panjang sejajar dan tidak membentuk kristal (Winarno 1997).

Eastoe (1977) menerangkan bahwa bahan dasar dan kelompok hewan yang mempunyai sumber kolagen yang tertinggi dan dapat dijadikan gelatin adalah sebagai berikut:

- (a) tulang: mamalia (sapi, babi, kelinci), burung, reptile, ikan (*cod, halibut, elasmobranchs*);
- (b) kulit: mamalia, reptil (buaya, ular), ikan, (*elasmobranchs*);
- (c) tulang rawan: burung/ayam, ikan;
- (d) tendon: burung/ayam.

Lem hewan adalah derivat protein dari serat kolagen yang ada pada kulit, tulang, dan tulang rawan. Susunan asam aminonya hampir mirip dengan kolagen, dimana glisin sebagai asam amino utama dan merupakan 2/3 dari seluruh asam amino yang akan menyusunnya, 1/3 asam amino yang tersisa diisi oleh prolin dan hidrosiprolin (Charley 1982).

Lem hewan secara kimiawi diperoleh melalui rangkaian proses hidrolisis kolagen yang terkandung dalam kulit (Abustam dan Said, 2004). Protein kolagen ini secara ilmiah dapat “ditangkap” untuk dikonversi menjadi gelatin. Lem hewan secara kimiawi diperoleh melalui rangkaian proses hidrolisis kolagen yang terkandung dalam kulit dan tulang. Reaksi yang terjadi adalah :



Molekul kolagen tersusun dari kira-kira dua puluh asam amino yang memiliki bentuk agak berbeda bergantung pada sumber bahan bakunya. Asam amino glisin, prolin dan hidrosiprolin merupakan asam amino utama kolagen. Asam-asam amino aromatik dan sulfur terdapat dalam jumlah yang sedikit. Hidrosiprolin merupakan salah satu asam amino pembatas dalam berbagai protein (Chaplin, 2005).

Molekul dasar pembentuk kolagen disebut tropokolagen yang mempunyai struktur batang dengan BM 300.000, dimana di dalamnya terdapat tiga rantai polipeptida yang sama panjang, bersama-sama membentuk struktur heliks. Tiap tiga rantai polipeptida dalam unit tropokolagen membentuk struktur heliks tersendiri, menahan bersama-sama dengan ikatan hidrogen antara group NH dari residu glisin pada rantai yang satu dengan group CO pada rantai lainnya. Cincin pirolidin, prolin, dan hidrosiprolin membantu pembentukan rantai polipeptida dan memperkuat triple heliks (Wong, 1989).

Tropokolagen akan terdenaturasi oleh pemanasan atau perlakuan dengan zat seperti asam, basa, urea, dan potassium permanganat. Selain itu, serabut kolagen dapat mengalami penyusutan jika dipanaskan di atas suhu penyusutannya (T_s). Suhu penyusutan (T_s) kolagen ikan adalah 45°C . Jika kolagen dipanaskan pada $T > T_s$ (misalnya $65 - 70^\circ\text{C}$), serabut triple heliks yang dipecah menjadi lebih panjang. Pemecahan struktur tersebut menjadi lilitan acak yang larut dalam air inilah yang disebut gelatin.

2.4 Gelatin

Gelatin adalah derivat protein dari serat kolagen yang ada pada kulit, tulang, dan tulang rawan. Susunan asam aminonya hampir mirip dengan kolagen. Gelatin terbagi menjadi dua tipe berdasarkan perbedaan proses pengolahannya, yaitu tipe A dan tipe B. Dalam pembuatan gelatin tipe A, bahan baku diberi perlakuan perendaman dalam larutan asam sehingga proses ini dikenal dengan sebutan proses asam. Sedangkan dalam pembuatan gelatin tipe B, perlakuan yang diaplikasikan adalah perlakuan basa. Proses ini disebut proses alkali (Utama, 1997). Bahan baku yang biasanya digunakan pada proses asam adalah tulang dan kulit babi, sedangkan bahan baku yang biasa digunakan pada proses basa adalah tulang dan kulit jangat sapi. Secara ekonomis, proses asam lebih disukai dibandingkan proses basa. Hal ini karena perendaman yang dilakukan dalam proses asam relatif lebih singkat daripada proses basa.

2.5 Fungsi Asam dalam Proses Demineralisasi

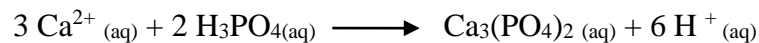
Pada proses asam, kolagen yang merupakan prekursor pembentuk gelatin akan mengalami pembengkakan tetapi tidak mengalami denaturasi. Menurut Bennion (1980), pelarut asam menyebabkan kolagen mengembang dan menyebar, yang sering dikonversikan menjadi gelatin. Kolagen murni sangat sensitif terhadap reaksi enzim dan kimia. Menurut Ward dan Court (1977), proses asam mampu mengubah serat kolagen yang memiliki struktur tripel heliks menjadi rantai tunggal. Proses konversi kolagen menjadi gelatin terjadi saat kolagen yang telah membengkak mengalami proses ekstraksi. Kolagen yang telah membengkak akan dapat larut dalam air. Lebih lanjut dijelaskan bahwa kolagen yang telah mengalami perendaman asam atau basa dapat larut dalam air, dan gelatin terbentuk saat kolagen dipanaskan. Struktur tripel heliks dari kolagen tersebut akan terpengaruh oleh panas, dan ketika didinginkan hidrogel tersebut akan memperoleh kembali pasangan tripel helik secara acak.

Salah satu tahapan penting dalam pembuatan gelatin adalah demineralisasi. Proses demineralisasi bertujuan untuk menghilangkan garam kalsium, garam posfor, serta garam-garam lainnya yang nantinya akan diperoleh ossein. Pada proses demineralisasi, ikatan-ikatan kalsium akan mengalami pelonggaran sehingga diharapkan komponen molekul kolagen akan lebih mudah terekstrak. Penggunaan larutan asam dalam proses demineralisasi dipertimbangkan bahwa dengan adanya larutan asam dapat memecah mineral, kalsium, dan posfor yang merupakan unsur penyusun tulang. Dengan demikian, molekul protein kolagen yang sebelumnya terikat-ikat dengan mineral tersebut akan lebih mudah terlepas. Proses demineralisasi berlangsung dalam larutan asam dengan konsentrasi 1 molar. Jannah (2007) menyebutkan bahwa apabila konsentrasi asam yang digunakan terlalu tinggi maka protein yang terdapat di dalam kolagen tidak dapat berubah menjadi gelatin. Lama waktu perendaman juga akan berpengaruh terhadap kualitas gelatin yang dihasilkan yakni apabila perendamannya terlalu lama maka kadar protein dalam gelatin semakin rendah. Proses demineralisasi sangat menentukan kuantitas dan kualitas gelatin.

Jenis asam yang sering digunakan dalam proses demineralisasi :

a. Larutan H₃PO₄

Menurut Karlina dan Lukman (2009), reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

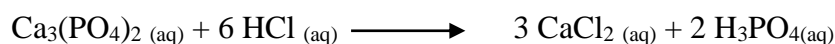


Menurut H. Yuniarifin et al., 2011, perlakuan perendaman H₃PO₄ menunjukkan adanya kenaikan kadar abu sesuai dengan kenaikan konsentrasi yang diberikan. Kenaikan kadar abu gelatin yang dihasilkan, berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi H₃PO₄. Hal ini disebabkan makin tinggi konsentrasi H₃PO₄ makin banyak PO₄³⁻ (garam fosfat) yang terikat pada molekul kolagen selama proses asam, dan ikut terekstrak bersama kolagen saat proses ekstraksi. Kandungan abu yang terdapat pada gelatin yang dihasilkan berasal dari garam-garam mineral yang terkandung pada tulang sapi yang digunakan.

Menurut H. Yuniarifin al et., 2011, penggunaan asam H₃PO₄ pada proses asam memberikan pengaruh terhadap perubahan struktur kolagen menjadi menyebar atau membengkak, sehingga viskositas yang dihasilkan mengalami perubahan. Semakin tinggi konsentrasi H₃PO₄ yang digunakan, rantai asam amino strukturnya semakin terbuka menyebabkan rantai tersebut semakin pendek dan terjadi penurunan viskositas. Penggunaan H₃PO₄ menyebabkan struktur tripel heliks kolagen berubah menjadi struktur rantai tunggal. Berubahnya struktur rantai kolagen menyebabkan penurunan berat molekul gelatin

b. Larutan HCL

Menurut Karlina dan Lukman (2009), reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Menurut penelitian Tazwir, 2007 kecenderungan semakin besar konsentrasi HCl yang digunakan dan semakin lama waktu ekstraksi, rendemen semakin meningkat (Gambar 3). Hal ini diduga karena jumlah ion H⁺ yang menghidrolisis kolagen lebih banyak, sementara semakin lama ekstraksi menyebabkan kolagen

terurai lebih banyak menjadi gelatin. Akan tetapi lama ekstraksi yang sangat tinggi dan konsentrasi asam yang berlebihan diduga menyebabkan terjadinya hidrolisis lanjutan pada kolagen yang sudah terkonversi menjadi gelatin, sehingga gelatin menjadi rusak dan rendemen menjadi turun (Nurilmala, 2004).

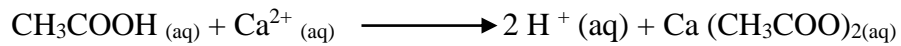
Menurut penelitian semakin besar konsentrasi HCl nilai kadar abunya semakin tinggi. Hal ini diduga semakin tinggi konsentrasi HCl maka kemampuan asam untuk mengekstrak komponen non kolagen pun semakin tinggi, sehingga nilai kadar abu pun menjadi tinggi.

Menurut Court & Johns (1977), pada pembuatan gelatin secara proses asam, asam dapat juga mengekstrak komponen non kolagen dan komponen tersebut terbawa dalam larutan. Pada penggunaan HCl 6 persen dihasilkan kadar abu yang tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Uji statistik menunjukkan bahwa konsentrasi HCl mempunyai pengaruh terhadap kadar abu yang dihasilkan. Sedangkan faktor waktu ekstraksi tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kadar abu gelatin yang dihasilkan.

Menurut Tazwir, 2007 terlihat kecenderungan semakin besar konsentrasi HCl nilai pH semakin rendah. Rendahnya nilai pH ini disebabkan karena penggunaan asam kuat HCl. Pada saat terjadi pengembangan kolagen waktu perendaman dengan asam klorida, banyak sisa larutan HCl yang tidak bereaksi terserap dalam kolagen yang mengembang dan terperangkap dalam jaringan fibril kolagen, sehingga sulit dinetralkan pada saat pencucian yang akhirnya terbawa saat proses ekstraksi sehingga mempengaruhi tingkat keasaman gelatin yang dihasilkan. Peningkatan nilai pH dapat dilakukan dengan cara perlakuan pencucian yang berulang-ulang sampai pH mencapai 7, setelah dilakukan perendaman dalam larutan HCl (proses demineralisasi). Peningkatan ini dilakukan agar nilai pH gelatin yang dihasilkan tidak rendah. Hasil pengujian statistik menunjukkan bahwa hanya konsentrasi HCl yang mempunyai pengaruh terhadap nilai pH gelatin yang dihasilkan, sedangkan faktor waktu ekstraksi dan interaksi kedua faktor tidak berpengaruh.

c. Larutan CH₃COOH

Menurut Karlina dan Lukman (2009), reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Menurut Maria Ulfah, 2011 penurunan kadar protein pada konsentrasi asam yang tinggi disebabkan karena asam asetat akan menghidrolisis ikatan peptida lebih kuat sehingga akan terjadi kehilangan protein pada saat pencucian ceker ayam. Menurut Chamidah dan Elita (2002), perendaman dalam larutan asam asetat menyebabkan protein struktural terutama kolagen akan mengalami pengembangan (swelling) sehingga struktur koil terbuka. Konsentrasi larutan asam asetat yang tinggi menyebabkan terjadinya pemutusan ikatan hidrogen dan pembukaan struktur koil kolagen secara berlebih sehingga sebagian asam amino terekstrak dan terlepas dari kolagen dan terbawa ke air cucian, akibatnya kadar protein gelatin yang diperoleh lebih rendah. Semakin lama waktu perendaman maka kadar protein semakin rendah, karena semakin banyak asam asetat yang terdifusi dalam jaringan ceker ayam sehingga proses hidrolisis kolagen lebih maksimal dan menyebabkan gelatin banyak yang terekstrak, namun terikut dalam air cucian. Konsentrasi dan lama waktu perendaman tidak berpengaruh terhadap kadar abu yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena asam asetat yang digunakan untuk merendam ceker ayam merupakan asam organik dan tidak mengandung mineral sehingga pada saat diabukan akan ikut terbakar.

Menurut Maria Ulfah, 2011 pH gelatin yang semakin rendah dengan kenaikan konsentrasi larutan asam asetat disebabkan karena asam asetat lebih banyak terdifusi dalam jaringan ceker ayam, sehingga pada proses pencucian, asam yang tertinggal pada ceker ayam lebih banyak dibandingkan dengan konsentrasi yang rendah. Nilai pH sangat dipengaruhi oleh jenis larutan perendam dan konsentrasinya (Tourtellote, 1980). pH gelatin ceker ayam yang dihasilkan berkisar 6-7. Ini menunjukkan bahwa gelatin yang dihasilkan memenuhi kisaran pH standar gelatin tipe asam yaitu 4-7 (Wahyuni dan Rosmawaty, 2003).

2.6 Lem

Secara umum jenis lem ini dikenal lem Kak. Bahan ini dibuat dari collagen (suatu protein kulit binatang, tulang-tulang dan daging penyambung tulang). Keistimewaan dari bahan ini adalah dapat larut dalam air panas, dan pada waktu pendinginan terjadi pembekuan seperti agar-agar (jelly), sehingga lam ini dapat menghasilkan daya rekat pertama yang cukup kuat. Pada pengeringan selanjutnya terjadilah daya rekat yang kuat. Lem Kak ini terdapat dipasaran dalam bentuk granulate (butir-butir), potongan-potongan dan lempengan.

Casein adalah zat protein yang terdapat dalam susu hewan (sapi) sebagai hasil samping dari perusahaan keju. Larutan casein dalam bentuk pasta banyak digunakan pada penempelan label kertas ke botol gelas. Keistimewaan dari lem casein ini ialah hasil penempelannya bersifat tahan terhadap kelembaban dan juga tahan terhadap air, sehingga jika botol terendam di dalam air kertas tidak akan lepas.

Starch atau kanji adalah hasil dari tumbuhan, contoh yang kita jumpai ialah terbuat dari tepung tapioka. Bahan ini sudah dikenal sejak dahulu sebagai bahan lem, ialah dengan cara memasaknya dengan air. Dextrin adalah hasil modifikasi secara kimia dari kanji. Kedua bahan ini banyak digunakan pada pembuatan kantong-kantong kertas, kotak-kotak karton, dan lain-lain.

Poly vinyl acetate atau disingkat PVAc adalah suatu resin (polymer) dari hasil polimerisasi di mana sebagai bahan monomernya adalah vinyl acetate. Hasil dari polimerisasi ini berbentuk disperse atau emulsi di dalam air, berwarna putih dan pasta. Poly vinyl acetate dipakai secara meluas di bidang lem sejak tahun 1940 sebagai pengganti dari lem Kak (animal glue) di industri perkayuan. PVAc sangat sesuai digunakan pada mesin-mesin pembungkus yang berkecepatan tinggi. Juga, PVAc digunakan pada mesin-mesin penjilid buku, kantong kertas, pembuatan sampul, dan lain-lain. Secara kimia poly vinyl acetate mempunyai gugus-gugus atom yang aktif sehingga ia dapat mengikat bahan-bahan lain dengan cara hydrogen bonding maupun adsorpsi secara kimia.

Kemajuan yang dicapai dalam hal perekatan perkayuan ialah ditemukannya bahan perekat sintesis pada tahun pertengahan 1930. Perekat sintesis ini ialah

Phenol Formaldehyde dan Urea Formaldehyde. Disebabkan lebih murah, maka Urea Formaldehyde lebih banyak dipakai dibanding yang lainnya. Urea Formaldehyde banyak dipakai pada pembuatan plywood. Pada pemakaiannya kadang-kadang dicampur dengan tepung terigu untuk menjadikan hasil perekatan fleksibel. Resin dicampur dengan hardener di dalam air kemudian ditambahkan tepung terigu sebagai pengisi dan kemudian zat katalis. Adukan ini disebarkan ke permukaan lapisan kayu dengan rol spreader. Lapisan-lapisan kayu tipis (vinir) yang telah dispread dengan lem urea ini kemudian disusun lapis tiga (triplek) dan dipres dengan dipanaskan dengan steam selama 4 sampai 7 menit, dengan temperature atau suhu dari steam antara 125 derajat hingga 140 derajat Celcius.

Tabel 5. Standar Lem menurut SNI No. 06-6049 tahun 1999

| Karakteristik | SNI |
|-----------------------|------------------------------|
| Warna | Coklat Karamel (coklat muda) |
| Wujud pada Suhu Kamar | Cairan Kental |
| Kadar Air | Maksimum 55% |
| Kadar Abu | <15% |
| pH | 4-6 |
| Keteguhan Rekat | 3 N/mm ² |

Sumber: a) Dewan Standarisasi Nasional (SNI 06.6049-1999)(1999)

2.6.1 Macam – Macam Lem Kayu

1. Lem aica aibon

Lem aica aibon adalah lem perekat serba guna yang bisa digunakan untuk merekatkan aica melamin/hpl, logam, beton, papan piber, kulit asli/imitasi, kayu, karpet plywood, packing mesin, tambal ban, plastic (kecuali polyethylene dan polypvinilcloride) dan sebagainya.

2. Lem fox

Lem fox adalah lem putih yang biasa digunakan untuk penempelan kayu, kertas, koraltex, texture dan bisa juga untuk plamur tembok. Cara pemakaiannya yaitu poleskan le mini dengan tipis dan merata pada suatu

permukaan. Kedua bagian ditempelkan dan diberikan tekanan secukupnya bila dikehendaki diencerkan dengan air 5-10%. Untuk plamur tembok satu bagian lem ini dengan dua bagian calcium carbonat serta satu bagian semen putih. Tambahkan air secukupnya dan aduk sampai rata.

3. Lem isarplas

Lem isarplas adalah lem yang berguna untuk merekatkan pipa atau fitting pvc. Aturan pakainya yaitu bersihkan pipa/fitting yang akan disambung dan poleskan dengan lem isarplas. Sambungkan kedua bagian sewaktu lem masih basah. Biarkan sambungan tersebut sehingga lem menjadi keras.

4. Lem G (lem korea)

Lem G adalah lem serbaguna terbuat dari bahan Cyanocrylate Etil yang bisa digunakan untuk melekatkan plastik, kayu, karet, logam, kulit, keramik. Cara penyimpanan hindari dari cahaya matahari simpan ditempat kering dan sejuk.

5. Lem dextone

Lem Dextone atau Dextone Epoxy Adhesive adalah lem epoxy yang dibuat dari bahan-bahan yang berkualitas tinggi dengan dua komponen resin dan hardener, aduk dan oleskan. Lem ini akan merekatkan besi, baja, tembaga, plastik, kayu, keramik dan aneka bahan lainnya.

6. Lem sealant

Silicone Rubber Sealant adalah silicon asam acetat curing, yang memiliki daya rekat luar biasa dengan kaca, kayu, karet, kanvas, beberapa plastic termasuk polystyrene , kaca keramik dan permukaan bangunan. Silikon berkinerja tinggi ini telah formulasikan untuk kaca dan konstruksi akuarium.

2.6.2 Teori Pembuatan Lem

Pada variasi kecil, proses dasar digunakan untuk membuat lem tulang, hide atau lem kulit, dan lem ikan. Hide dan sisa lainnya dicuci sehingga kotoran akan hilang, dan direndam untuk proses pelunakan. Bahan ini disebut bahan dasar, dan dilewatkan melalui serangkaian penyiraman air yang lebih banyak dan kapur yang

ditambahkan untuk membuat jangat dan kulit membengkak. Hide bengkak kemudian dibilas di mesin cuci besar untuk menghilangkan kapur. Yang terakhir bekas kapur dieliminasi dengan memperlakukan bahan dasar dengan asam lemah seperti asetat atau asam klorida . Akhirnya, bahan dasar dimasak /direbus, dalam tangki terbuka atau memasak di bawah tekanan dalam otoklaf . Memasak pada suhu yang benar dan untuk jangka waktu break kanan bawah kolagen dan mengkonversikannya ke dalam lem. Jika pengaturan suhu atau waktu tidak aktif, kualitas lem akan hancur. Koil uap panas besar di tangki air terbuka dan produk pada 160 °F(70°C). Tiga atau empat perlakuan dengan air bersih dilakukan pada suhu yang meningkat (atau tekanan jika suatu sistem digunakan tekanan). Cairan yang dihasilkan, disebut "liquor lem" diekstrak dan dipanaskan kembali untuk mengentalkan lem. Ketika dingin, material ini terlihat seperti agar-agar dan padat; meskipun tampak seperti jenis gelatin digunakan dalam makanan, tapi mengandung kotoran. Untuk menghilangkan kotoran dan membuat lem yang transparan, bahan kimia seperti tawas atau asam ditambahkan dengan albumin telur dapat ditambahkan. Bahan kimia ini menyebabkan kotoran mengendap, atau jatuh, dari lem. Metode mekanikal juga dapat digunakan untuk membersihkan lem. Ini termasuk melewati lem melalui serangkaian filter mekanis atau melalui filter kertas atau bone-char. Aditif yang berbeda dicampur dengan liquor lem untuk membuat warna cokelat, jelas, atau lem putih. Asam belerang, asam fosfat , atau tawas adalah salah aditif tersebut. Seng oksida ditambahkan untuk menghasilkan lem putih "lem sekolah.". Untuk saat ini, lem adalah liquid. Hal ini dibuat lebih terkonsentrasi di vakum evaporator dan dikeringkan dalam salah satu dari beberapa metode. Lem juga dapat sebagai beads atau "mutiara" menjadi bantalan liquor non-air yang terkonsentrasi beads lebih kering. Mutiara, blok, atau lembaran yang kemudian diramu untuk konsistensi yang tepat kemudian dipompa ke dalam botol untuk dijual.

Industri lem tulang agak lebih rumit. Tulang diproses paling sering di tangki tekanan, tetapi pengolahan tambahan yang diperlukan untuk menghapus mineral. Tulang-tulang yang berlemak ditambahkan dengan pelarut, kemudian larutan asam klorida dalam 8% ditambahkan pada tulang. Asam menghilangkan kalsium fosfat

dan mineral lainnya dan kolagen dalam bentuk yang sama sebagai bagian dari tulang. Asam dihilangkan dari kolagen, dan dikeringkan untuk menghasilkan ossein atau protein tulang kelas komersial (juga disebut tulang yg ditambah asam) yang merupakan dasar perekat tulang. Setelah ossein dibuat, kemudian dapat diproses dalam metode tank-terbuka dan langkah selanjutnya digunakan untuk membuat lem dari kulit.

2.6.3 Mekanisme Perekatan

Peristiwa perekatan tidak terlepas dari adanya pengaruh gaya elektron pada benda-benda yang merekat. Gaya yang paling penting dalam peristiwa ini adalah gaya Van der Waals. Menurut Wake (1976), elektron-elektron dari suatu molekul (A) memiliki konfigurasi tertentu yang memungkinkannya seketika memiliki momen dipol (meskipun molekul A tidak memiliki momen listrik yang permanen). Momen dipol ini menyebabkan terbentuknya suatu momen dipol pada molekul molekul B. Interaksi dua dipol ini menghasilkan suatu gaya tarik menarik antara dua molekul tadi. Inilah prinsip yang melandasi gaya Van der Waals.

Wake (1976) menyatakan jika dua benda bersentuhan langsung dan memiliki temperatur yang sama maka dibutuhkan suatu gaya untuk membelahnya karena diantara dua benda itu terjadi gaya Van der Waals. Akan tetapi apabila benda tersebut tersusun dari materi yang berbeda seperti fase cair dan fase padat maka akan terdapat gaya elektron statik disamping gaya Van der Waals tersebut. Gaya elektro statik dibangkitkan oleh suatu mekanisme *elektrik charge* (pengisian listrik) pada kedua sisi daerah persentuhan meskipun kedua benda tersebut tidak mengalami pengisian listrik sebelum persentuhan terjadi. Pengisian ini ditimbulkan oleh elektron-elektron seperti halnya pada gaya Van der Waals dan dibawa ke dalam molekul oleh adanya perbedaan potensial elektron pada kedua sisi benda tersebut (Wake, 1976).

Solomon dan Schounlau (1951), menekankan pada aspek tegangan permukaan sebagai fenomena molekular pada peristiwa perekatan. Fenomena perekatan tergantung kepada struktur dan atau energi bebas dari suatu permukaan yang bebas seluas 1 cm^2 baik solid maupun liquid disatukan ke dalam daerah 1

cm². Daerah bebas seluas 1 cm² tersebut diperoleh dari energi permukaan liquid (perekat) yang juga disebut sebagai tegangan permukaan.

Salomon dan Scounlau (1951), menyatakan tegangan permukaan akan menyebabkan terjadinya penetrasi liquid ke dalam lubang-lubang kapiler yang ada pada permukaan solid. Dan agar menghasilkan perekatan yang baik, cairan perekat harus dapat membasahi permukaan, dimana pembasahan dapat terjadi bila gaya-gaya interfasial antara cairan perekat dengan permukaan yang direkat adalah lebih besar atau sama dengan gaya kohesi dari perekat itu sendiri. Pembasahan (wetting) merupakan fenomena kasat mata yang menunjukkan peristiwa perekatan yang disebabkan oleh gaya tarik-menarik antar molekul, gaya Van der Waals, sekaligus jarak yang cukup untuk menghitung kekuatan perekatan yang diamati (Salomon dan Scounlau, 1951).

Sedangkan menurut Brown *et al.*(1952), berpendapat bahwa proses perekatan terjadi karena dua hal, yaitu :

1. Perekatan mekanis (Mechanical adhesion) yaitu perekatan yang terjadi karena mengerasnya cairan perekat yang masuk ke dalam benda yang direkat.
2. Perekatan spesifik (Specific adhesion) yaitu perekatan yang terjadi karena adanya ikatan antar molekul perekat dan antara molekul perekat dengan molekul sirekat.

2.7 Analisis Lem

a. Keteguhan Rekat

Faktor yang dapat mempengaruhi nilai keteguhan rekat yaitu bahan dasar/ komposisi dari lem itu sendiri, jumlah lem yang dilaburkan ke permukaan kayu, serta tingkat kehalusan permukaan benda yang akan direkatkan. Sebelum melakukan pelaburan lem pada kayu, kayu uji yang digunakan dihaluskan permukaannya dengan menggunakan amplas. Hal ini bertujuan supaya lem yang terlabur akan dapat masuk kedalam pori-pori kayu. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Kliwon dan Iskandar(1996) yang menyatakan bahwa, banyaknya faktor yang mempengaruhi keteguhan rekat pada

permukaan kayu. Faktor tersebut antara lain faktor kekasaran permukaan benda yang akan direkat, komposisi perekat dan jumlah perekat yang dilaburkan. Arsad(2011) menambahkan, keteguhan rekat sangat ditentukan oleh kualitas bahan perekat, jenis kayu yang digunakan sebagai bahan baku, proses pelaburan, dan berat labur.

Faktor lain yang mempengaruhi nilai keteguhan rekat adalah kadar air kayu. Kayu uji yang digunakan untuk pengujian keteguhan rekat harus memiliki nilai kadar air yang tidak boleh terlalu tinggi ataupun terlalu rendah. Kayu uji yang digunakan dalam pengujian keteguhan rekat adalah kayu Jati (*Tectona grandis* Linn.) yang memiliki kadar air berkisar 5,7-8,7%. Menurut Baihaki et al. (2013), kadar air merupakan satu factor yang mempengaruhi kualitas perekatan. Kadar air yang tinggi akan menghalangi masuknya perekat ke dalam rongga dan dinding sel sehingga keteguhan rekat akan menurun. Sebaliknya, bila kadar air kayu terlalu rendah maka konsumsi perekat tinggi dan garis rekat akan tebal, juga akan menurunkan keteguhan rekat. Air dalam kayu menentukan kadar air garis rekat dan keduanya mempengaruhi kedalaman penetrasi perekat. Penggabungan air yang banyak terdapat dalam kayu akan menghambat ikatan dari cairan perekat. Kadar air kayu yang ideal untuk ikatan perekat bervariasi sesuai dengan jenis perekat dan proses perekatan. Ikatan perekat yang baik terjadi pada tingkat kadar air dari 6% sampai 14% dan bisa juga terjadi di bawah atau di atas batas ini, apabila perekat di formulasi untuk proses khusus.

Aspek teknologi perekatan meliputi: penyiapan perekat, berat pelaburan perekat, dan proses pengempaan. Kondisi dari perekatan yaitu meliputi: durasi dan cara pelaksanaan. Menurut Oka (2005), teknologi perekatan harus memenuhi persyaratan antara lain: (a) persiapan perekat sesuai penggunaan; (b) ketentuan jumlah pelaburan, kadar air kayu dan waktu perekatan; (c) tekanan pengempaan yang diperlukan untuk menjamin kerapatan rapatnya kontak antar permukaan yang direkat; dan (d) terbentuknya lapisan tipis perekat, keseragaman tebal dan kontinuitas lapis perekat, tanpa merusak kekuatan kayu.

b. Derajat Keasaman (pH)

pH lem adalah derajat keasaman lem yang merupakan salah satu parameter penting dalam standar mutu lem. Pengukuran pH larutan lem penting dilakukan, karena pH larutan lem mempengaruhi sifat-sifat lem, standar pH lem berkisar antara 4 sampai 6 (Wiratmaja, 2006).

pH didefinisikan sebagai logaritma aktivitas ion hidrogen (H^+) yang terlarut. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoritis. Skala pH bukanlah skala absolut, bersifat relative terhadap sekumpulan larutan standar yang pH-nya ditentukan berdasarkan persetujuan internasional. Proses asam cenderung akan menghasilkan pH yang rendah, begitu juga sebaliknya. Nilai pH gelatin berhubungan dengan proses ekstraksi dan perlakuan yang dilakukan. Gelatin dengan pH netral lebih diutamakan, untuk itu proses penetralan gelatin memiliki peranan penting untuk menetralkan sisa-sisa asam maupun basa setelah dilakukan perendaman. pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaaan yang dimiliki oleh suatu larutan (Soleh, 2009).

c. Kadar Air

Kadar air merupakan persentase air yang terikat oleh suatu bahan terhadap bobot kering ovennya. Penentuan kadar air dilakukan untuk mengetahui banyaknya air yang terikat oleh komponen padatan bahan tersebut. Kandungan air dalam suatu bahan dapat menentukan penampakan, tekstur dan kemampuan bertahan bahan tersebut terhadap serangan mikroorganisme yang dinyatakan dalam *aw*, yaitu jumlah air bebas yang dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhannya (Sudarmadji, 1995).

d. Kadar Abu

Kadar abu menunjukkan jumlah bahan anorganik yang terdapat dalam bahan organik. Abu menunjukkan jumlah bahan anorganik yang tersisa selama proses pembakaran tinggi (suhu sekitar 600°C) selama dua jam. Jumlah abu dipengaruhi oleh jumlah ion-ion anorganik yang terdapat dalam bahan selama proses berlangsung (Amiruldin, 2007).

e. Uji Mutu Hedonik

Uji mutu hedonic adalah uji sensori yang bertujuan dalam mengetahui kesan mutu yang bersifat spesifik dari produk melalui penilaian dengan 5 skala penilaian. Parameter uji hedonic adalah warna dan bau. Skala nilai untuk uji mutu hedonic berbeda-beda pada tiap parameter. Uji mutu hedonic ini menggunakan 10 orang panelis.(Rahayu 2001).