

EKSTRAKSI LEM IKAN DARI TULANG IKAN PARI

Mohammad Saleh^{*)}, Ratna Sari Embun^{**)}, Soesarsono Wijandi^{***)},
Ninuk Indriati^{*)} dan Nurul Haq^{*)}

ABSTRAK

Dalam pengolahan ikan pari asin, bagian yang dimanfaatkan hanya daging sayap saja, sedangkan bagian lain yang terdiri dari isi perut, tulang punggung dan kepala yang mencapai sekitar 55%, terbangun sebagai limbah. Untuk mengoptimalkan pemanfaatan ikan pari telah dilakukan penelitian pengolahan lem dari tulang ikan ini dengan penekanan khusus pada pengaruh konsentrasi asam asetat terhadap rendemen dan mutu lem yang dihasilkan.

Pada penelitian ini ekstraksi/perebusan dilakukan selama 4 jam sedangkan konsentrasi asam asetat divariasi pada deret 3, 5 dan 7%. Suhu perebusan diatur sehingga tidak melebihi 70°C. Pengamatan yang dilakukan mencakup rendemen, keteguhan rekat, persentase kerusakan kayu uji, viskositas, pH, berat jenis dan mutu organoleptik (bau dan warna) lem yang didapat.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa konsentrasi asam asetat yang optimum adalah 5%. Peningkatan konsentrasi asam asetat dari deret 3 hingga 7% cenderung meningkatkan rendemen, keteguhan rekat, persentase kerusakan kayu uji dan berat jenis, tetapi merendahkan viskositas, intensitas warna serta bau amis lem yang dihasilkan. Berdasarkan hasil uji keteguhan rekatnya ternyata lem ikan yang dihasilkan lebih baik daripada lem sintetis PVAc yang biasa digunakan dalam industri kayu lapis.

ABSTRACT: *Extraction of Fish Glue from Rays Bone. By: Mohammad Saleh, Ratna Sari Embun, Soesarsono Wijandi, Ninuk Indriati dan Nurul Haq.*

Dry salting is the most widely practiced in utilization of rays, however in this processing only wing meat is used while other parts of fish which consist of head, cartilagenous back bone and viscera are disposed. For optimal utilization of rays a study on the processing of fish glue which is focussed on the effects of concentration of acetic acid used in the extraction of glue from rays bone on the yield and quality of glue produced has been conducted.

In the experiment, extraction/boiling time was fixed at 4 hours, while acetic acid concentration was varied in the range of 3, 5 and 7%. Boiling temperature was adjusted not higher than 70°C. Observations were carried out on the yield, binding capacity, percentage of destruction of tested wood, viscosity, specific gravity, pH value and sensory quality (colour and odour) of produced glue.

The results showed that the optimum concentration of acetic acid was 5%. It was found that the increase in acetic acid concentration from 3 to 7% tend to increase the yield, binding capacity, percentage of destruction of tested wood and specific gravity but it decreases viscosity, colour intensity and fishy odour of fish glue. Based on binding capacity it was concluded that the quality of fish glue produced was better than synthetic glue (PVAc) generally used in plywood industry.

KEYWORDS: *Extraction, fish glue, rays bone*

*) Peneliti pada Instalasi Penelitian Perikanan laut Slipi, Jakarta

**) Mahasiswa Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor

***) Pengajar Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor

PENDAHULUAN

Ikan pari merupakan salah satu jenis ikan yang penyebarannya cukup luas di perairan Indonesia dan tertangkap hampir sepanjang tahun. Daerah penyebarannya adalah perairan pantai dan kadang-kadang masuk ke perairan pasang surut. Seperti halnya dengan ikan cucut, pemanfaatan ikan pari masih sangat terbatas, hal ini kemungkinan disebabkan selain bau pesing spesifik daging pari, juga karena bentuk morfologinya. Pemanfaatan yang paling umum adalah dengan cara mengolahnya menjadi ikan asin kering. Namun bagian yang dapat dimanfaatkan hanya bagian daging sayap saja, sedangkan bagian-bagian lainnya yang terdiri dari kepala, punggung dan isi perut yang jumlahnya sekitar 55% dari berat ikan utuh terbuang sebagai limbah. Produksi ikan pari dalam tahun 1993 mencapai 35.686 ton (Statistik Perikanan Indonesia, 1995). Dengan demikian jumlah limbah yang terbuang sekitar 18.637 ton/tahun. Jika dari jumlah tersebut 10% merupakan tulang maka tulang yang dapat dimanfaatkan sekitar 1.864 ton/tahun. Akhir-akhir ini ada usaha pengolahan kulit ikan pari menjadi kulit tersamak dan hisit pari yang dapat digunakan sebagai substitusi hisit sirip ikan cucut. Namun jumlah limbah yang dapat diserap oleh kegiatan tersebut masih relatif kecil.

Salah satu bentuk pemanfaatan tulang ikan pari yang mungkin dapat dikembangkan adalah dengan mengolahnya menjadi lem atau perekat ikan (*fish glue*) yang banyak dimanfaatkan dalam industri perkayuan dan peralatan rumah tangga. Lem ikan dalam pemasarannya mempunyai harga yang relatif mahal daripada lem hewan lain terutama dalam bentuk cair. Hal ini karena lem yang berbentuk cair lebih mudah digunakan (Brody, 1975). Untuk membantu proses ekstraksi lem ikan bertulang rawan (*elasmobranch*) dapat digunakan asam asetat dengan konsentrasi berkisar antara 2-5% dengan waktu pemanasan sekitar 5-7 jam (Brody, 1975; Wheaton dan Lawson, 1985).

Mengingat hal tersebut maka dalam penelitian ini telah dilakukan percobaan pengolahan lem ikan dari tulang ikan pari yang berasal dari limbah pengolahan ikan pari asin. Percobaan terutama ditujukan untuk mendapatkan konsentrasi asam asetat yang optimum untuk ekstraksi lem. Dalam penelitian ini juga dilakukan pengamatan mutu fisik, kimiawi dan organoleptik lem ikan yang dihasilkan. Jika teknologi pemanfaatan tulang pari menjadi lem ikan dapat dikembangkan di masyarakat diharapkan dapat mengurangi risiko pencemaran lingkungan yang ditimbulkan oleh limbah yang berasal dari kegiatan pengolahan ikan pari asin.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan baku tulang pari yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari limbah pengolahan ikan pari asin di daerah Maringgai (Lampung). Tulang

dimasukkan ke dalam peti berinsulasi dan diberi es hancuran secukupnya kemudian diangkut ke Jakarta.

Metode Penelitian

- Rancangan percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 4 taraf faktor dengan tiga kali ulangan. Adapun faktor tersebut adalah:

A₀ = Konsentrasi asam asetat 0 persen (kontrol)

A₁ = Konsentrasi asam asetat 3 persen

A₂ = Konsentrasi asam asetat 5 persen

A₃ = Konsentrasi asam asetat 7 persen

Pemilihan konsentrasi asam yang digunakan berdasarkan beberapa literatur dan hasil percobaan pendahuluan (Brody, 1975; Zaitsev *et al.*, 1969; Wheaton dan Lawson, 1985).

- Proses pembuatan lem

Proses pembuatan lem melalui tahap-tahap sebagai berikut:

- (1) Pembuangan serpihan daging yang masih menempel agar lem yang dihasilkan tidak nampak kotor.
- (2) Pemotongan tulang hingga berukuran panjang kira-kira 2-3 cm dimaksudkan agar proses ekstraksi menjadi lebih efektif.
- (3) Pencucian tulang dengan air bersih hingga bebas dari semua kotoran.
- (4) Perebusan/ekstraksi kolagen.

Tulang yang sudah bersih dimasukkan ke dalam wadah yang berisi larutan asam asetat bersuhu 65-70°C. Perbandingan antara volume larutan asam asetat dan berat tulang adalah 1 : 1, sedangkan konsentrasi asam asetat sesuai dengan perlakuan yang digunakan. Pada saat proses ekstraksi yang berlangsung selama 4 jam, wadah dalam keadaan terbuka.

- (5) Pendinginan. Selesai ekstraksi campuran didinginkan pada suhu ruang, untuk kemudian disaring dengan menggunakan kain kasa. Filtrat yang didapat ditampung dalam alat perebus lain.
- (6) Pemekatan. Filtrat kemudian dipanaskan di atas nyala api yang diatur sedemikian rupa sehingga suhunya tidak melebihi 70°C. Pemanasan dihentikan jika tingkat kepadatan (*total solid*) mencapai 50%. Bagan alir proses pembuatan lem ini dapat dilihat pada *Figure 1*.

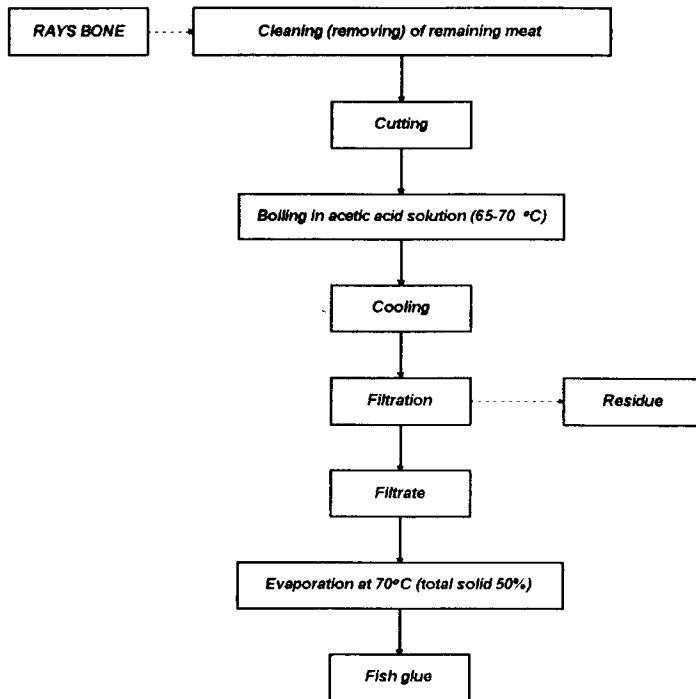


Figure 1. Flow chart of glue extraction

- **Pengamatan**

(1) Jenis pengamatan

Jenis pengamatan yang dilakukan mencakup pengamatan terhadap komposisi proksimat tulang ikan pari, rendemen, keteguhan rekat, persentase kerusakan kayu uji, berat jenis, pH, viskositas dan pengamatan organoleptik terhadap warna dan bau lem yang dihasilkan.

(2) Metode pengamatan

Pengamatan terhadap parameter-parameter berikut dilakukan dengan cara:

- a. Analisis proksimat (kadar air, protein dan abu) dengan prosedur yang biasa digunakan di Instalasi Penelitian Perikanan Laut, Slipi (Anonymous, 1974) dan Metode AOAC (1971), sedangkan pH dengan menggunakan kertas pH.
- b. Keteguhan rekat dengan uji gesek potongan kayu kering (Sutigno, 1994).
- c. Persentase kerusakan kayu uji dihitung dengan jalan mengukur perbandingan antara luas permukaan kayu yang rusak akibat perekatan dengan luas permukaan/bidang perekatan.

- d. Berat jenis dengan menggunakan piknometer.
- e. Viskositas dengan viskometer Brookfield.
- f. Uji organoleptik dengan cara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Proksimat Tulang Pari

Analisis proksimat bertujuan untuk mengetahui kadar protein kasar tulang pari yang digunakan, karena kadar protein akan berpengaruh terhadap rendemen lem yang akan dihasilkan dari hasil ekstraksi protein kolagen pada perebusan tulang. Hasil analisis proksimat terlihat dalam Table 1.

Table 1. Proximate analysis of rays bone

<i>Parameter</i>	<i>Value (% wet base)</i>
<i>Moisture</i>	66.12
<i>Ash</i>	11.72
<i>Protein</i>	20.56

Hasil Analisis Rendemen dan Beberapa Parameter Mutu Lem yang Dihasilkan

Hasil pengamatan terhadap rendemen, keteguhan rekat, persentase kerusakan, berat jenis, derajat keasaman (pH) serta viskositas lem yang dihasilkan pada penelitian utama terhimpun dalam Table 2.

Table 2. Analysis of some parameters of rays bone glue produced by 4 hours boiling (mean of 3 replicates)

<i>Parameter</i>		<i>Treatment</i>			
		<i>Control</i>	<i>Acetic acid</i>		
			<i>3%</i>	<i>5%</i>	<i>7%</i>
<i>Yield</i>	<i>(% db)</i>	16.01	34.72	35.25	36.46
<i>Binding capacity</i>	<i>(kg/cm²)</i>	42.84	36.87	62.04	67.96
<i>Percentage damage</i>	<i>(%)</i>	35.04	31.20	88.94	57.56
<i>Specific gravity</i>		1.14	1.16	1.16	1.17
<i>pH Value</i>		7	6	6	6
<i>Viscosity</i>	<i>(Ps)</i>	12.28	7.15	4.71	4.63

- Rendemen

Rendemen lem yang diperoleh dari ekstraksi diperlihatkan dalam *Table 2*. Hasil pengamatan ini menunjukkan adanya kecenderungan semakin tinggi konsentrasi asam asetat yang digunakan, rendemen yang didapat semakin tinggi pula. Jumlah tersebut berbeda sekali dengan rendemen yang dihasilkan tanpa memakai asam asetat berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen lem. Selanjutnya uji Tukey memperlihatkan bahwa rendemen lem kontrol berbeda nyata dengan rendemen lem yang memakai asam asetat. Namun tak ada perbedaan nyata yang disebabkan oleh variasi konsentrasi asam asetat.

Dari hasil pengamatan ini dapat disimpulkan bahwa asam asetat mempunyai pengaruh sangat penting untuk mendapatkan lem dalam jumlah lebih banyak, karena asam asetat berfungsi mempermudah terurainya struktur rantai molekul kolagen untuk larut ke dalam air perebus. Selain itu asam asetat juga berfungsi sebagai pengawet yang dapat memperpanjang umur simpan lem (Buckle *et al.*, 1985).

Belitz dan Grosch (1987) menyatakan bahwa salah satu karakteristik serabut kolagen adalah mengalami penyusutan ketika dipanaskan (dimasak atau dipanggang). Suhu penyusutan (T_s) kolagen ikan adalah 45°C . Jika kolagen dipanaskan pada $T > T_s$, benang *triple heliks* yang dirusak menjadi lebih panjang. Pemecahan struktur tersebut menjadi lilitan acak yang larut dalam air dan disebut gelatin. Sehingga untuk mempermudah larutnya kolagen, maka digunakan suhu sekitar $65-70^{\circ}\text{C}$. Suhu perebusan ini diusahakan agar tidak melebihi 70°C , karena di atas suhu tersebut kolagen sulit larut dalam air. Hal ini sangat berpengaruh sekali terhadap rendemen yang didapat.

Sifat fisik dari kolagen adalah bila dididihkan dalam air akan mengalami transformasi dari bentuk untaian, larut dan tercerna menjadi gelatin yang merupakan campuran polipeptida yang larut (Lehninger, 1988). Pengaruh pemanasan terhadap komponen ikan dapat menyebabkan perubahan fisik dan kimia, protein akan terdenaturasi sehingga terjadi perubahan warna dan pemendekan rantai molekul asam amino penyusun kolagen. Protein kolagen akan mengalami pengerutan yang diikuti oleh hidrasi dan gelatinisasi kolagen (Zaitsev *et al.*, 1969). Pemakaian asam asetat dalam proses perebusan dapat membantu pelunakan tulang pari dan pelarutan seperti telah dijelaskan di atas (Firth, 1969).

- Keteguhan rekat

Hasil analisis keragaman mengenai pengaruh asam asetat terhadap keteguhan rekat menunjukkan bahwa pemakaian asam asetat dengan konsentrasi yang berbeda dan yang tanpa memakai asam asetat tidak berpengaruh nyata terhadap keteguhan rekat lem. Tetapi jika dibandingkan dengan keteguhan rekat lem PVAc ($54,50 \text{ Kg/cm}^2$), nilai keteguhan rekat lem ikan dengan penambahan asam asetat 5 dan 7% lebih tinggi daripada lem PVAc, yaitu

masing-masing 62,04 Kg/cm² dan 67,96 Kg/cm². Hal ini menunjukkan bahwa lem ikan tersebut dapat digunakan sebagai perekat kayu, karena memiliki keteguhan rekat yang lebih baik daripada lem PVAc.

- **Persentase kerusakan kayu uji**

Analisis keragaman pengaruh asam asetat terhadap persentase kerusakan kayu uji sebagai hasil dari pengujian keteguhan rekat menunjukkan bahwa penggunaan asam asetat dalam pembuatan lem berpengaruh sangat nyata. Hal ini berarti bahwa variasi konsentrasi asam asetat mempengaruhi tingkat kerusakan kayu. Pengujian lanjutan untuk mengetahui pengaruh masing-masing perlakuan dengan Uji Tukey memperlihatkan bahwa lem dengan penambahan asam asetat 3% tidak berbeda nyata dengan lem kontrol, tetapi kedua lem ini berbeda nyata dengan lem yang menggunakan asam asetat 5%. Penggunaan lem dengan penambahan asam asetat 5% memberikan nilai rata-rata persentase kerusakan kayu uji lebih tinggi daripada lem lainnya, yaitu 88,94%.

Pada pengujian keteguhan rekat, lem dengan penambahan asam asetat 3% memiliki persentase kerusakan kayu terendah yaitu 31,20%. Hal ini berarti bahwa 68,80% dari seluruh bidang perekatan atau permukaan yang direkat tidak mencapai hasil perekatan yang sempurna, karena bagian-bagian yang tidak mengalami kerusakan mempunyai kekuatan ikatan yang lebih lemah dari pada kekuatan geser kayu.

- **Berat jenis**

Penentuan berat jenis lem bertujuan untuk mengetahui apakah berat jenis lem memberikan indikasi perbedaan hasil perekatan yang diperoleh antara lem yang satu dengan lem lainnya.

Hasil analisis keragaman memperlihatkan bahwa penggunaan asam asetat memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat jenis lem. Pada *Table 2* terlihat bahwa berat jenis lem yang dihasilkan dengan asam asetat lebih besar dari pada kontrol, hal ini sesuai dengan rendemen yang didapat karena dengan menggunakan asam asetat berarti lebih banyak protein terlarut sehingga meningkatkan berat jenis lem. Pengaruh masing-masing variasi konsentrasi asam asetat terhadap berat jenis lem dapat diketahui pada hasil uji Tukey yang menunjukkan bahwa berat jenis lem kontrol mempunyai pengaruh yang berbeda dengan berat jenis lem yang masing-masing dibuat dengan penambahan asam asetat yang bervariasi pada taraf uji 0,05. Berat jenis lem yang dibuat dengan penambahan asam asetat rata-rata bernilai hampir sama yaitu 1,16 dan 1,17. Akan tetapi berat jenis lem tersebut berbeda dengan berat jenis lem kontrol yang bernilai paling rendah yaitu 1,14. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan asam asetat dalam pembuatan lem dapat meningkatkan berat jenis lem. Adanya peningkatan berat jenis tersebut akan mempengaruhi peningkatan

keteguhan rekat lem ikan, sehingga dapat disimpulkan lem yang bermutu baik adalah lem dengan keteguhan rekat yang tinggi dan berat jenis sekitar 1,17.

- **Derajat keasaman (pH)**

Derajat keasaman lem yang dibuat dengan penambahan asam asetat sebanyak 3, 5 dan 7% mempunyai nilai yang sama, yaitu 6. Pada lem dengan penambahan asam asetat 3% sebenarnya mempunyai nilai pH mendekati 7, sedangkan lem dengan penambahan asam asetat 7% memiliki pH mendekati 5, tetapi perbedaan ini tidak nyata. Derajat keasaman lem penting peranannya dalam menentukan kestabilan lem yang erat kaitannya dengan umur simpan, semakin rendah nilai pH semakin panjang umurnya.

- **Viskositas (kekentalan)**

Derajat kekentalan suatu lem sangat mempengaruhi cepat lambatnya lem tersebut menyebar pada permukaan yang diolesi lem. Derajat kekentalan sering dimanfaatkan untuk mendeteksi kemudahan terserapnya lem ke dalam bahan yang direkat. Semakin rendah viskositas suatu lem, semakin cepat lem tersebut merembes ke dalam sel kayu dan membentuk ikatan adhesi antara lem dengan bahan yang direkat.

Hasil analisis keragaman viskositas lem menunjukkan bahwa pemakaian asam asetat berpengaruh sangat nyata terhadap derajat kekentalan lem. Hal ini berarti bahwa variasi penambahan asam asetat dalam pembuatan lem mempengaruhi derajat kekentalannya. Pengaruh setiap perlakuan terhadap derajat kekentalan lem dapat diketahui dengan menggunakan uji Tukey yang hasilnya memperlihatkan bahwa derajat kekentalan lem kontrol berbeda nyata dengan derajat kekentalan lem lainnya yang mengandung asam asetat. Ada kecenderungan semakin banyak kandungan asam asetat lem semakin rendah derajat kekentalannya. Hal ini kemungkinan besar berkaitan erat dengan derajat ionisasi asam amino yang sangat dipengaruhi oleh pH (Winarno, 1989). Pada pH netral dapat terjadi pengendapan sehingga derajat kekentalan akan meningkat, sedangkan pada pH rendah (lingkungan asam) gugus karboksil tidak terdisosiasi dan gugus aminonya menjadi ion dan ini akan menurunkan derajat kekentalannya.

Rendahnya kekentalan suatu lem sangat menguntungkan dalam pelaksanaan proses perekatan suatu bahan, karena lem dapat menyebar merata ke seluruh bidang perekatan dengan baik sehingga memberikan hasil perekatan yang baik. Hal ini terbukti dengan tingginya nilai keteguhan rekat lem yang memiliki derajat kekentalan rendah. Jadi semakin rendah kekentalan lem nilai keteguhan rekatnya cenderung meningkat.

- Mutu organoleptik

Penilaian organoleptik dilakukan dengan pengujian cara deskriptif terhadap warna dan bau lem.

(1) Warna

Penilaian organoleptik terhadap warna lem ikan menunjukkan bahwa sebagian besar panelis menilai warna:

- a. Lem kontrol adalah coklat tua.
- b. Lem dengan penambahan asam asetat 3% adalah coklat.
- c. Lem dengan penambahan asam asetat 5% adalah coklat muda.
- d. Lem dengan penambahan asam asetat 7% adalah coklat muda.

Dari hasil penilaian tersebut terlihat bahwa semakin banyak pemakaian asam asetat maka semakin rendah tingkat warnanya, dan dari hasil penilaian organoleptik tersebut ternyata panelis lebih menyukai lem yang berwarna coklat muda.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan asam asetat memberikan pengaruh yang sangat berbeda nyata terhadap lem yang dihasilkan. Hal ini berarti bahwa adanya variasi pemakaian asam asetat dalam pembuatan lem sangat mempengaruhi tingkat warna lem. Uji lanjut Tukey menunjukkan bahwa warna lem kontrol berbeda nyata dengan warna lem yang memakai asam asetat (3%, 5% dan 7%). Sedangkan warna lem yang memakai asam asetat 3% berbeda nyata dengan lem yang memakai asam asetat 5% dan 7%.

Warna filtrat hasil proses ekstraksi melalui perebusan mulanya berwarna putih, tetapi selama proses pemekatan filtrat sampai menjadi lem dengan kandungan *total solid* mencapai 50%, warnanya berangsur-angsur berubah dari warna krem menjadi coklat. Hal ini kemungkinan besar disebabkan terjadinya reaksi pencoklatan (*browning*) selama proses pemekatan yaitu reaksi antara asam amino dengan gula pereduksi (glukosa dan galaktosa) yang terdapat dalam kolagen (Peterson dan Arnold, 1978).

(2) Bau

Penilaian organoleptik terhadap bau lem ikan menunjukkan bahwa sebagian besar panelis menilai bahwa lem kontrol dan lem dengan penambahan asam asetat 3% berbau agak amis, sedangkan lem dengan penambahan asam asetat 5% dan 7% agak berbau seperti ikan asin. Berdasarkan penilaian tersebut tampak bahwa semakin banyak penambahan asam asetat, bau amis pada lem yang dihasilkan semakin berkurang.

Dalam keadaan segar tulang ikan pari berbau pesing yang merupakan ciri khas ikan-ikan bertulang rawan (*elasmobranch*). Dengan adanya perlakuan pemanasan dan penambahan asam asetat ternyata bau pesing ini sudah tak terdeteksi lagi, yang tinggal hanya bau amis.

KESIMPULAN

- (1) Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemakaian asam asetat dalam pembuatan lem ikan dapat meningkatkan rendemen, berat jenis, keteguhan rekat dan derajat kerusakan kayu uji namun cenderung menurunkan nilai pH dan viskositas lem yang dihasilkan.
- (2) Penilaian organoleptik menunjukkan bahwa penggunaan asam asetat dapat mengurangi bau amis serta mengurangi intensitas warna
- (3) Dari ketiga variasi asam asetat yang digunakan ternyata lem terbaik adalah lem yang dihasilkan dengan penambahan asam asetat 5% dan direbus selama 4 jam. Lem yang dihasilkan dari kombinasi perlakuan ini keteguhan rekatnya tinggi dan melebihi keteguhan rekat lem PVAc yaitu mencapai 62,04 kg/cm² dengan rendemen yang tertinggi serta sifat-sifat umum lem yang menguntungkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 1974. Metode dan Prosedur Pengujian Kimiawi Hasil Perikanan. Lembaga Teknologi Perikanan. Jakarta.
- AOAC. 1971. Official Methods of Analysis of The Association Official of Analytical Chemist, Washington D.C.
- Belitz, H.D. dan W. Grosch. 1987. Food Chemistry. Springer Verlag Berlin Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo.
- Brody, J. 1965. Fishery By Products Technology. The AVI Publihsing Company Inc., Westport, Connecticut.
- Buckle, K.A., R.H. Edwards, G.H. Fleet, dan M. Wootton. 1985. Ilmu Pangan. *Terjemahan*. UI Press, Jakarta.
- Firth, F.E. 1969. The Encyclopedia of Marine Resources. Van Nostrand Reinhold Company, New York, Cincinnati, Toronto, London, Melbourne.
- Lehninger, A.L. 1988. Dasar-dasar Biokimia Jilid 1. *Terjemahan*. Erlangga, Jakarta
- Peterson, M.S. dan Arnold, J.H. 1978. Encyclopedia of food science. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- Statistik Perikanan Indonesia. 1995. Direktorat Jenderal Perikanan, Departemen Pertanian. Jakarta.

- Sutigno, P. 1994. Perekat dan Perekatan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.**
- Wheaton, F.W. dan T.B. Lawson. 1985. Processing Aquatic Food Products. A Wiley Interscience Publication. John Wiley & Sons, New York.**
- Winarno, F.G. 1989. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia, Jakarta.**
- Zaitsev, V.P., I. Kizevetter, L. Lagunov, T. Makarova, D. Minder, dan V. Podsevalov. 1969. Fish Curing and Processing. MIR Published, Moscow.**