

**PENGARUH DARI BERBAGAI JENIS KULIT IKAN TERHADAP KETEGUHAN REKAT,
KERUSAKAN PERMUKAAN KAYU, DAN VISKOSITAS PADA LEM IKAN**

*The Effect of Various Types of Fish Skin Against Bonding Strength, Wood Surface Damage,
and Viscosity to Fish Glue*

Van Rhein Tambunan^{*)}, Yudhomenggolo Sastro Darmanto, dan Apri Dwi Anggo

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Jurusan Perikanan,
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275, Telp/Fax. +6224 7474698
Email : vanrhein.tambunan@yahoo.com

Diterima : 2 Mei 2017

Disetujui : 22 Juni 2017

ABSTRAK

Lem ikan merupakan zat perekat yang terbuat dari ekstraksi kulit maupun tulang ikan yang mengandung kolagen yang dapat dihidrolisis dalam air panas dan asam encer untuk membentuk lem ikan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan jenis kulit yang berbeda terhadap keteguhan rekat, kerusakan kayu dan viskositas pada lem ikan dengan bahan baku kulit ikan kakap putih, ikan nila, dan ikan bandeng. Metode penelitian ini bersifat *eksperimental laboratoris* dengan rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang diterapkan adalah perbedaan bahan baku kulit ikan antara lain ikan kakap putih, ikan nila, kulit ikan bandeng dengan masing-masing tiga kali pengulangan. Parameter yang diamati adalah keteguhan rekat, kerusakan permukaan kayu, viskositas, kadar air, pH, dan kecepatan kering. Data dianalisis dengan analisa ragan (ANOVA). Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan, data diuji dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bahan baku kulit ikan yang berbeda berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai keteguhan rekat, kerusakan permukaan kayu, viskositas, pH, kadar air, dan kecepatan kering. Lem ikan dengan bahan baku kulit ikan kakap, ikan nila dan ikan bandeng didapatkan dengan kriteria mutu berturut-turut: keteguhan rekat $6,05 \pm 0,11$ N/mm²; $4,82 \pm 0,23$ N/mm², dan $3,55 \pm 0,24$ N/mm²; kerusakan permukaan kayu $62,37 \pm 1,6\%$, $51,03 \pm 3,06\%$, $43,33 \pm 1,68\%$; viskositas $3,85 \pm 0,10$ poise, $4,93 \pm 0,06$ poise, $5,36 \pm 0,05$ poise; derajat keasaman pH $4,42 \pm 0,03$, $4,82 \pm 0,06$, $4,13 \pm 0,04$; kadar air $55,36 \pm 0,2\%$, $60,69 \pm 0,4\%$, $65,76 \pm 1,2\%$; dan kecepatan kering $74,43 \pm 1,47$ menit, $98,03 \pm 0,57$ menit, $111,90 \pm 1,22$ menit.

Kata kunci : Lem Kulit Ikan, Kulit, Ikan Kakap, Ikan Nila, Ikan Bandeng

ABSTRACT

Fish glue is an adhesive substance that is made from skin and bones extraction of fish that contain collagen, which can be hydrolyzed in hot water and dilute acid to form a fish glue. The purpose of this study was to determine the effect of various fish skin against bonding strength, wood surface damage, and viscosity to fish glue with raw materials of seabass skin, Nile tilapia skin fish, and milk fish skin. The method used was an experimental laboratory with Completely Randomized Design (CRD). Treatment applied is different raw material of fish bones, there were, seabass skins, Nile tilapia skins, and milk fish skins to produce fish glue with three replications for each treatment. Parameters measured were bonding strength, damage to wooden surfaces, viscosity, pH, moisture content, and dry speed. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA). To find the difference between treatments, the data were tested with Honestly Significant Difference Test (HSDT). The results showed that the use of raw materials of different fish bones significant ($P < 0.05$) to the bonding strength values, damage to wooden surfaces, viscosity, pH, moisture content, and dry speed. Fish glue made of seabass skins, Nile tilapia skins, and milk fish skins obtained by successive quality criteria bonding strength of $6,05 \pm 0,11$ N/mm², $4,82 \pm 0,23$ N/mm², and $3,55 \pm 0,24$ N/mm²; wood surface damage of $62,37 \pm 1,6\%$, $51,03 \pm 3,06\%$, $43,33 \pm 1,68\%$; viscosity of $3,85 \pm 0,10$ poise, $4,93 \pm 0,06$ poise, $5,36 \pm 0,05$ poise; pH $4,42 \pm 0,03$, $4,82 \pm 0,06$, $4,13 \pm 0,05$; moisture content of $55,36 \pm 0,2\%$, $60,69 \pm 0,4\%$, $65,76 \pm 1,2\%$; and dry speed $74,43 \pm 1,47$ minutes, $98,03 \pm 0,57$ minutes, $111,90 \pm 1,22$ minutes

Keywords : Fish Skin Glue, Skin, Seabass, Nile Tilapia, Milk Fish

*) Penulis Penanggung jawab

PENDAHULUAN

Sebagai negara kepulauan, Indonesia memiliki angka produksi perikanan yang tinggi dan semakin meningkat. Menurut data statistik perikanan tangkap dan konsumsi ikan perkapita, Indonesia mengalami peningkatan selama 5 tahun terakhir ini. Data statistik Perikanan dan Kelautan (2014), menunjukkan bahwa konsumsi ikan tahun 2009 – 2013 mengalami peningkatan dari 29,08 kg/kapita menjadi 35,14 kg/perkapita sehingga meningkat sebesar 20,83%. Sementara volume total produksi perikanan tangkap tahun 2010 berjumlah 5.384.418 ton dan terus meningkat pesat sampai tahun 2013 dengan jumlah 5.863.170 ton yang berarti limbah kulit ikan yang dihasilkan sebesar 879.475 ton. Jumlah nilai limbah kulit tersebut berdasarkan dari presentasi kulit ikan yang dihasilkan sebesar 15% dari total keseluruhan bagian ikan. Namun perkembangan produksi pengolahan hasil perikanan akan menyisakan hasil samping limbah yang berupa darah, kulit, kepala, sisik, tulang, ataupun sisa daging yang menempel pada tulang serta limbah cair dari proses pencucian dan pengolahan hasil perikanan tersebut.

Besarnya jumlah dan intensitas limbah yang muncul bisa dikurangi dengan menerapkan konsep *nir limbah (zero waste)* melalui optimalisasi pemanfaatan limbah yang dihasilkan pada proses Artinya, limbah dari sebuah proses produksi akan menjadi bahan baku atau sumber energi bagi produk berikutnya (Haryati dan Munandar, 2012)

Kolagen adalah salah satu dari jaringan ikat utama protein hewani dan telah banyak digunakan sebagai bahan biomedis. Kolagen merupakan protein struktural utama yang membentuk kabel molekul, yang dapat memperkuat urat daging dan lapisan elastis yang memberikan dukungan pada kulit serta organ-organ internal hewan dan ikan. Kolagen adalah protein yang paling berlimpah dalam jaringan hewan. Kolagen menyumbang 30% dari protein tubuh total. Kolagen adalah komponen utama dari jaringan ikat, otot, gigi dan kulit (Zahrani, 2010). Lem ikan adalah bahan perekat yang berasal dari bagian ikan seperti kulit atau tulang, dan merupakan hasil ekstraksi kolagen. Selanjutnya kolagen dihidrolisis menjadi perekat (Wahyuningsih *et al.*, 1991)

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit ikan Kakap (*Lates calcarifer*), kulit Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*), kulit Ikan Bandeng (*Chanos chanos*), NaOH, asam asetat (CH_3COOH), aquadest, kayu jati (*Tectona grandis* Linn)

Alat

Alat yang digunakan yaitu *Freezer*, pisau, talenan, timbangan, pipet tetes, gelas beaker, gelas ukur, baskom, thermometer, panci *stainless steel*, gelas pengaduk, kain blacu, corong, *waterbath*, timbangan analitik, *rotary vacuum evaporator*, pH meter digital dan sikat.

Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *experimental laboratories* atau metode uji coba. Penelitian ini menggunakan 3 jenis kulit ikan yang berbeda dengan menggunakan rancangan percobaan RAL faktor tunggal, yaitu perbedaan bahan baku kulit ikan dengan 3 kali ulangan.

Prosedur Penelitian

Pembuatan lem ikan pada penelitian ini yaitu pencucian kulit ikan, pemotongan, penimbangan, perendaman dengan NaOH, pencucian dengan aquades sampai pH netral 7. Proses ekstraksi kolagen kulit ikan pada penelitian ini mengacu pada Wulandari *et al.*, (2015), modifikasi dilakukan pada penggunaan suhu yang terbaik, jenis kulit ikan yang digunakan dan menambahkan proses pemekatan kolagen. Pada proses ekstraksi kolagen, kulit ikan direndam terlebih dahulu dengan asam asetat setelah itu di ekstraksi dengan aquadest dalam *waterbath* selama 4 jam setelah itu di saring dengan kain blacu. Proses pemekatan dilakukan dengan alat *rotary vacuum evaporator* dengan suhu 60°C setiap 400 ml kolagen.

Prosedur Pengujian

Pengujian yang dilakukan pada lem ikan meliputi uji hedonik yang mengacu pada Badan Standarisasi Nasional (2009), uji keteguhan rekat (SNI 06-6049-1999), uji kerusakan permukaan kayu (SNI 06-6049-1999), uji viskositas (SNI 06-6049-1999), uji pH (SNI 06-6049-1999), uji kadar air (AOAC, 2005), uji kecepatan pengeringan (SNI 06-6049-1999).

Analisis Data

Data hasil pengujian-pengujian yang telah dilakukan di atas kemudian dilakukan uji statistik, ragam ANOVA dan uji lanjut menggunakan software SPSS 16.0 dan *Microsoft Excell*. Prosedur analisa data pengujian kimiawi (parametrik) yaitu data diuji normalitas dan dinyatakan menyebar normal apabila nilai $\text{Asymp. Sig.} > 0,05$; kemudian dilakukan uji homogenitas dan varian dalam kelompok dinyatakan homogen apabila Nilai $\text{Sig.} > 0,05$. Uji Anova dilakukan untuk melihat data berbeda nyata apabila $F_{\text{Hitung}} > F_{\text{Tabel}}$. Uji lanjut dilakukan ketika data hasil uji statistik telah menunjukkan berbeda nyata atau sangat nyata (nilai koefisien keragaman $\alpha < 0,05$). Uji lanjut yang

dilakukan adalah Uji Beda Nyata Jujur (BNJ/Tukey HSD).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Keteguhan Rekat

Hasil pengujian keteguhan rekat terhadap lem kulit ikan dengan berbagai jenis bahan baku kulit ikan tersaji pada tabel 1.

Tabel 1. Uji Keteguhan Rekat Lem Kulit Ikan

Perlakuan	Keteguhan Rekat (N/mm ²)
Lem kulit ikan kakap	6,05 ± 0,11 ^a
Lem kulit ikan nila	4,82 ± 0,23 ^b
Lem kulit ikan bandeng	3,55 ± 0,24 ^c

Keterangan:

- Data merupakan hasil rata-rata dari tiga ulangan ± standar deviasi;
- Data yang diikuti dengan tanda huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

Berdasarkan grafik data keteguhan rekat lem kulit ikan menunjukkan bahwa nilai keteguhan rekat lem kulit kakap lebih besar dibandingkan dengan lem kulit ikan nila dan lem kulit ikan bandeng. Perbedaan nilai keteguhan rekat tersebut diduga karena jenis bahan baku perekat itu sendiri dan kandungan protein kolagen yang terkandung dalam bahan baku perekat tersebut. Komposisi protein kolagen dari ikan bandeng dan ikan nila yang dikutip dari penelitian Darmanto *et al.*, (2013) secara berturut-turut adalah sebesar 26,6% dan 25,06% dan Menurut penelitian dari Nagai dan Suzuki (2000) mendapatkan nilai kandungan protein kolagen dari kulit ikan kakap sebesar 51,4%. Hal ini diperkuat oleh Purwadi (1999), yang menyatakan setiap jenis ikan akan menghasilkan daya rekat berbeda dengan perlakuan konsentrasi asam asetat yang berbeda. Hal ini karena daya rekat berkaitan dengan jumlah kandungan protein kolagen

2. Kerusakan Permukaan Kayu

Hasil pengujian kerusakan permukaan kayu terhadap lem kulit ikan dengan berbagai jenis bahan baku kulit ikan tersaji pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Kerusakan Permukaan Kayu Lem Kulit Ikan

Perlakuan	Kerusakan Permukaan Kayu (%)
Lem kulit ikan kakap	62,37 ± 1,6 ^a
Lem kulit ikan nila	53,03 ± 3,06 ^b
Lem kulit ikan bandeng	43,33 ± 1,68 ^c

Keterangan:

- Data merupakan hasil rata-rata dari tiga ulangan ± standar deviasi;
- Data yang diikuti dengan tanda huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

Berdasarkan tabel 2 pengujian kerusakan permukaan kayu menunjukkan bahwa lem kulit ikan kakap memiliki nilai kerusakan permukaan kayu terbesar dibandingkan dengan lem ikan nila dan lem ikan bandeng. Perbedaan nilai keteguhan rekat tersebut diduga karena nilai keteguhan rekat lem ikan kakap yang lebih besar dibandingkan dengan lem kulit ikan nila dan lem kulit ikan bandeng. Nilai kerusakan permukaan kayu berbanding lurus dengan nilai keteguhan rekat. Semakin tinggi nilai keteguhan rekat suatu lem maka kerusakan yang ditimbulkan oleh lem tersebut juga akan berdampak besar terhadap permukaan kayu yang direkatkan. Oleh sebab itu nilai kerusakan permukaan lem ikan kakap lebih tinggi dibandingkan kerusakan permukaan yang disebabkan oleh lem kulit ikan nila dan lem kulit ikan bandeng. Menurut Sutigno (1988), presentase kerusakan kayu berhubungan dengan daya rekat perekat, semakin besar daya rekat akan menyebabkan kerusakan kayu semakin besar.

3. Viskositas

Hasil pengujian viskositas terhadap lem ikan dengan berbagai jenis bahan baku kulit ikan tersaji pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Viskositas Lem Ikan

Perlakuan	Viskositas (poise)
Lem kulit ikan kakap	3,85 ± 0,01 ^a
Lem kulit ikan nila	4,93 ± 0,06 ^b
Lem kulit ikan bandeng	5,36 ± 0,05 ^c

Keterangan:

- Data merupakan hasil rata-rata dari tiga ulangan ± standar deviasi;
- Data yang diikuti dengan tanda huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

Berdasarkan grafik pengujian viskositas lem kulit ikan, didapatkan nilai viskositas lem kulit ikan kakap sebesar 3,85 poise, lem ikan nila sebesar 4,93 poise, dan lem ikan bandeng sebesar 5,36 poise. Data viskositas tersebut menunjukkan bahwa lem kulit ikan bandeng paling besar dibandingkan dengan nilai viskositas lem kulit ikan nila dan lem kulit ikan kakap. Perbedaan nilai viskositas tersebut diduga karena suhu dalam proses ekstraksi yang tidak stabil dan juga suhu proses pemekatan yang tidak stabil. Hal tersebut menghasilkan perbedaan nilai viskositas yang terjadi diantara ketiga lem tersebut. Karena rentang suhu yang digunakan pada saat proses ekstraksi yaitu sebesar 45°C – 55°C dan juga proses pemekatan yang dilakukan tidak optimal, karena mesin *Rotary Evaporator* tidak dapat memanaskan (hanya 60°C) sampai suhu yang ditentukan dalam metode pemekatan filtrat yaitu sebesar 65°C dan juga kolagen yang terkandung dalam lem kulit ikan nila dan ikan kulit kakap terlalu banyak yang terhidrolisis dan membuat nilai viskositasnya rendah. Hal ini sependapat dengan

penelitian yang dilakukan oleh Handoko (2011), bahwa peningkatan viskositas dalam penelitian ini sangat kecil. Hal ini disebabkan jumlah kolagen yang terhidrolisis telah optimum pada rentang 45-75°C. Penambahan waktu ekstraksi juga tidak berpengaruh terhadap perubahan viskositas karena hidrolisis yang telah optimum pula.

4. Derajat Keasaman (pH)

Hasil pengujian pH terhadap lem kulit ikan dengan berbagai jenis bahan baku kulit ikan tersaji pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil pH Lem Kulit Ikan.

Perlakuan	pH
Lem kulit ikan kakap	4,42 ± 0,03 ^a
Lem kulit ikan nila	4,82 ± 0,06 ^b
Lem kulit ikan bandeng	4,13 ± 0,04 ^c

Keterangan:

- Data merupakan hasil rata-rata dari tiga ulangan ± standar deviasi;
- Data yang diikuti dengan tanda huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

Berdasarkan grafik pengujian pH lem kulit ikan menunjukkan bahwa nilai pH lem kulit ikan nila memiliki nilai terbesar dibandingkan nilai pH yang didapatkan lem kulit ikan kakap dan lem kulit ikan bandeng. Perbedaan nilai pH diduga karena masing masing kulit ikan saat pengambilan bahan baku memiliki nilai pH yang berbeda beda, bahan baku kulit ikan selama handling dari saat pengambilan kulit, penyimpanan pada suhu rendah, dan juga proses pembuatan lem ikan dapat menyebabkan nilai pH pada masing-masing kulit ikan mengalami perubahan, hal tersebut dikarenakan aktivitas bakteri yang terjadi pada kulit ikan. Pertumbuhan bakteri pada bahan baku tersebut yang dapat menyebabkan perbedaan nilai pH yang bervariasi tetapi tetap konstan berada pada kisaran pH 4, selain dari pertumbuhan bakteri, faktor penggunaan asam asetat (CH_3COOH) juga mempengaruhi nilai pH pada lem ikan yang bervariasi, penggunaan CH_3COOH 5% ini yang membuat nilai pH tetap stabil di kisaran pH 4. Menurut Suriani *et al.*, (2013) nilai pH minimum dan maksimum untuk pertumbuhan kebanyakan spesies bakteri adalah 4 – 9. Pengaruh pH terhadap pertumbuhan bakteri ini berkaitan dengan aktivitas enzim. Enzim ini dibutuhkan oleh beberapa bakteri untuk mengkatalisis reaksi reaksi yang berhubungan dengan pertumbuhan bakteri. Sulistyanto *et al.*, (2015) mengkaji pembuatan lem ikan dengan menggunakan tulang ikan tenggiri, tongkol dan cobia, hasil dari nilai pH yang didapatkan berturut turut adalah 4,33, 4,74, dan 4,47, jika dibandingkan dengan penelitian ini maka rentang nilai pH masih tidak jauh berbeda berkisar antara pH 4 – 5.

5. Kadar Air

Hasil pengujian kerusakan permukaan kayu terhadap lem kulit ikan dengan berbagai jenis bahan baku kulit ikan tersaji pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Kadar Air Lem Kulit Ikan.

Perlakuan	Kadar Air (%)
Lem kulit ikan kakap	55,36 ± 0,2 ^a
Lem kulit ikan nila	60,69 ± 0,4 ^b
Lem kulit ikan bandeng	65,76 ± 1,2 ^c

Keterangan:

- Data merupakan hasil rata-rata dari tiga ulangan ± standar deviasi;
- Data yang diikuti dengan tanda huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

Berdasarkan grafik pengujian kadar air lem kulit ikan menunjukkan lem kulit ikan bandeng memiliki nilai kadar air tertinggi dibandingkan dengan nilai kadar air lem ikan kulit nila dan lem ikan kulit kakap, Perbedaan nilai kadar air lem ikan ini diduga karena jumlah air yang terkandung pada sampel lem ikan bandeng dan lem kulit ikan nila lebih banyak dibandingkan dengan kolagen yang terhidrolisis yang menghasilkan nilai kadar airnya lebih dari 55%. Menurut Swastawati *et al.*, (2007), lem ikan yang diproses dalam bentuk cair mengandung 45-55% air, dan berbentuk lembaran pada keadaan padat. Nilai kadar air dalam pembuatan lem ikan memiliki kesinambungan dengan nilai viskositas lem ikan. Jika lem ikan memiliki nilai kadar air yang rendah maka nilai viskositasnya tinggi begitu juga sebaliknya jika nilai kadar air tinggi maka nilai viskositasnya rendah. Hal ini serupa dengan penelitian Maryani (2010), kadar air dalam lem ikan yang rendah mengakibatkan lem menggumpal sehingga nilai viskositasnya tinggi.

6. Kecepatan Kering

Hasil pengujian kerusakan permukaan kayu terhadap lem kulit ikan dengan berbagai jenis bahan baku kulit ikan tersaji pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Kecepatan Kering Lem Kulit Ikan.

Perlakuan	Kecepatan Kering (menit)
Lem kulit ikan kakap	74,43 ± 1,47 ^a
Lem kulit ikan nila	98,03 ± 0,57 ^b
Lem kulit ikan bandeng	111,9 ± 1,22 ^c

Keterangan:

- Data merupakan hasil rata-rata dari tiga ulangan ± standar deviasi;
- Data yang diikuti dengan tanda huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

Berdasarkan grafik pengujian kecepatan pengeringan lem kulit ikan menunjukkan bahwa lem kulit ikan bandeng memiliki nilai kecepatan

pengeringan tertinggi dibandingkan dengan nilai kecepatan pengeringan lem kulit ikan nila dan lem kulit ikan kakap, Perbedaan nilai kecepatan pengeringan lem kulit ikan ini diduga karena kandungan kadar air yang terdapat pada masing-masing lem kulit ikan, pada lem kulit ikan kakap dengan kecepatan pengeringan 74,43 memiliki nilai kadar air yang sedikit 55,36%, lem kulit ikan nila dengan kecepatan pengeringan 98,03 menit memiliki nilai kadar air 60,69% dan lem kulit ikan bandeng dengan kecepatan pengeringan 111,90 menit memiliki kadar air 65,76%. Nilai kadar air yang tinggi akan mengakibatkan kecepatan pengeringan lebih lama dibandingkan nilai kadar air yang rendah. Menurut Supriyono (2003), faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pengeringan antara lain adalah kadar air, suhu ruang pengeringan, kecepatan aliran udara, dan tekanan udara dalam ruangan pengeringan.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian pengaruh dari berbagai jenis kulit ikan terhadap keteguhan rekat, kerusakan permukaan kayu, dan viskositas pada lem kulit ikan adalah sebagai berikut:

1. Perlakuan jenis bahan baku kulit ikan yang berbeda mempunyai perbedaan yang nyata terhadap keteguhan rekat, kerusakan kayu dan viskositas dengan hasil taraf uji ($p < 0,05$)
2. Perlakuan jenis bahan baku kulit ikan yang berbeda mempunyai perbedaan yang nyata terhadap pH, kadar air, dan kecepatan kering dengan hasil taraf uji ($p < 0,05$)

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC, 2005. *Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists.* Benjamin Franklin Station, Washington.
- Badan Standardisasi Nasional. 1999. Standar Nasional Indonesia Tentang Polivinil Asetat Emulsi untuk Perekat Pengerjaan Kayu. SNI 06-6049-1999. Jakarta
- .Darmanto, Y. S., Tri W. A., Fronthea, S., and Al Bulushi I. 2013. *The Effect of Fish Bone Collagens in Improving Food Quality.* International Food Research Journal. 21 (3): 891-896.
- Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap. 2014. Laporan Akuntabilitas Kinerja Instansi Pemerintah Tahun 2013. Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jakarta.
- Handoko, T., Sherly O. R., dan Isabella S. 2011. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Asam, Temperatur dan Waktu Ekstraksi terhadap Karakteristik *Fish Glue* dari Limbah Ikan Tenggiri. *Jurnal Reaktor.* 13 (4) : 237-241.
- Haryati, S. dan A. Munandar. 2012. Penerapan Konsep *Zero Waste* pada Pengolahan Abon Ikan Bandeng (*Chanos chanos*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan.* 2 (2) : 127-130
- Maryani. 2010. Pengaruh Faktor Jenis Kertas, Jenis Perekat, dan Kerapatan Komposit Terhadap Kekuatan Impak Pada Komposit Panel Serap Bising Berbahan Dasar Limbah Kertas. [Skripsi]. Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Nagai T, Araki Y, Suzuki N. 2000. *Collagen of the skin of ocellate puffer fish (Takifugu rubripes).* Food Chem 78: 173-177.
- Purwadi, T. 1999. Pengkajian Mutu dan Tekno-Ekonomi Perekat dari Tulang Ikan. [Skripsi]. Program Studi Teknologi Pasca Panen, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Supriyono. 2003. Mengukur Faktor-faktor dalam Pengeringan. Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
- Suriani, S., Soemarno, dan Suharjono. 2013. Pengaruh Suhu dan pH terhadap Laju Pertumbuhan Lima Isolat Bakteri Anggota Genus *Pseudomonas* yang diisolasi dari Ekosistem Sungai Tercemar Deterjen di Sekitar Kampus Universitas Brawijaya. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari.* 3 (2): 58-62.
- Sutigno. 1994. Teknologi Papan Partikel. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Bogor..
- Swastawati, F., Akhmad S. F., dan Putut H. R. 2007. Pemanfaatan Limbah Hasil Perikanan. Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.
- Wahyuningsih, M, Soeryono., Soedarsono. 1991. Laporan Penelitian Pemanfaatan Limbah Padat Industri Penyamakan Kulit untuk Glue. BPPI, Semarang
- Wulandari, Agus. S., dan Budi. P. 2013. Pengaruh Defatting dan Suhu Ekstraksi Terhadap Karakteristik Fisik Gelatin Tulang Ikan Gabus (*Channa striata*). *Jurnal FishTech* 2 (1). Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya Indralaya Ogan Ilir, Palembang.
- Zahrani, R. A. 2011. *Extraction and Isolation of Collagen Type I from Fish Skin.* University of Otago, New Zealand.