



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA III

"Teori dan Aplikasi Sains dalam Isu Globalisasi Lingkungan, Profesionalisasi Pembelajaran dan Kewirausahaan"

Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS

Surakarta, 7 Mei 2011



MAKALAH PENDAMPING

KIMIA ORGANIK
(Kode : E-08)

ISBN : 978-979-1533-85-0

KARAKTERISASI SIFAT KIMIA, FISIK, DAN TERMAL EKSTRAK GELATIN DARI TULANG IKAN TUNA (*Thunnus sp*) PADA VARIASI LARUTAN ASAM UNTUK PERENDAMAN

Marsaid^{1*}, dan Lukman Atmaja²

¹Jurusan Kimia, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

²Kepala Jurusan Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
e-mail: marsaid.ssi228@gmail.com telp.08121719382

Abstrak

Gelatin merupakan turunan protein dari serat kolagen yang ada pada tulang. Pada penelitian ini gelatin diekstraksi dalam *waterbath* dari tulang ikan tuna (*Thunnus sp.*) menggunakan proses asam (tipe A). Penelitian ini, telah dibuat gelatin dari tulang ikan tuna (*Thunnus sp.*) dengan proses asam melalui variasi jenis pelarut asam pada konsentrasi 4%, 5% dan 6% serta variasi suhu 70⁰C, 75⁰C dan 80⁰C dengan waktu perendaman yang sama untuk mengetahui pengaruhnya terhadap karakteristik kimia, fisik dan termal gelatin yang dihasilkan. Tulang ikan direndam dalam berbagai pelarut asam yaitu, HCl, CH₃COOH, dan H₃PO₄, dengan konsentrasi 4%, 5% dan 6% kemudian diekstraksi dan dikeringkan untuk memperoleh gelatin. Proses konversi kolagen menjadi gelatin dipengaruhi oleh perbedaan laju hidrolisis kolagen karena konsentrasi ion H⁺ yang berbeda pada setiap pelarut. Hasil penelitian menunjukkan GCI memiliki rendemen terbesar yaitu 12,6% pada suhu 75⁰C dan konsentrasi 5%. Analisis FTIR dari setiap gelatin yang dihasilkan menunjukkan gugus-gugus fungsi O-H, C-H, C=O, N-H dan C-H aromatis yang sama dengan gelatin komersial. Analisis kadar air GCI memiliki kadar air yang paling kecil yaitu 13,95% dibandingkan dengan GF maupun GA masing-masing 14,12% dan 14,05%.

Kata kunci: gelatin, ikan tuna, FTIR, terma

PENDAHULUAN

Gelatin cukup terkenal di kalangan masyarakat karena keunikan sifatnya serta aplikasinya yang sangat luas dalam dunia industri, seperti industri makanan, farmasi, kosmetik, dan fotografi (1). Gelatin merupakan protein konversi bersifat larut air yang diperoleh dari hidrolisis kolagen yang bersifat tidak larut air. Tulang sapi, kulit sapi, dan kulit babi adalah bahan yang biasa digunakan untuk memperoleh gelatin (2).

Penggunaan gelatin cukup luas dalam berbagai aplikasi, tapi terdapat beberapa kendala bagi para konsumen untuk mengonsumsi produk-produk tersebut. Kendala tersebut diantaranya ialah kepercayaan yang dianut oleh konsumen, dimana umat Hindu dilarang untuk mengonsumsi sapi, serta umat Islam dan Yahudi dilarang untuk mengonsumsi segala produk yang berasal dari babi. Selain itu, terdapat pula kekhawatiran akan kontaminasi *Bovine Spongiform Encephalopathy* (BSE) dalam

gelatin sapi meski telah terdapat pernyataan dari *Scientific Steering Committee of The European Union* bahwa resiko tersebut mendekati nol (3). Gelatin juga digunakan sebagai bahan untuk membuat zat pelapis makanan dan lapis tipis (film) pembungkus bahan – bahan makanan yang berfungsi sebagai pelindung dari proses pengeringan dan oksidasi. Pemanfaatan gelatin dari mamalia masih banyak menemui kendala. Oleh karena itu, dicari alternatif untuk mengatasi kendala tersebut karena mengingat pula kebutuhan gelatin dalam negeri yang cukup besar. Tulang ikan dapat dimanfaatkan sebagai sumber gelatin alternatif dan telah banyak dilaporkan pada penelitian-penelitian terkini (4). Pemanfaatan tulang ikan juga sejalan dengan usaha pengurangan limbah industri pada pengolahan ikan, dimana menurut Gómez-Guillén (5), 30% dari limbah industri pengolahan ikan berasal dari kulit dan tulang ikan. Proporsi tulang ikan terhadap tubuh ikan mencapai 12,4 %. Sehingga diperkirakan gelatin yang dapat diperoleh dari 6703 ton tulang ikan adalah 804,6 ton.

Struktur gelatin tersusun atas asam amino dimana glisin sebagai asam amino utama dan merupakan 2/3 dari seluruh asam amino yang menyusunnya, 1/3 asam amino yang tersisa diisi oleh prolin dan hidrosiprolin. Sebagai alternatif untuk menggantikan gelatin dari hewan mamalia (Babi dan Sapi), maka sebagai potensi menggunakan pemanfaatan ikan Tuna sebagai sumber gelatin. Ikan tuna merupakan salah satu ikan ekonomis penting. Ikan tuna pada umumnya dimanfaatkan untuk produksi pengalengan dan pembekuan. Produk beku dalam bentuk utuh maupun dalam bentuk *loin* beku. Produk ikan tuna beku sebagian besar hanya memanfaatkan daging ikannya saja, sedangkan sisa-sisa pemanfaatan lain berupa kepala, sirip dan tulang belum dimanfaatkan secara optimal. Saat

ini kepala, sirip dan tulang hanya dibuat tepung ikan. Tulang ikan dapat dimanfaatkan menjadi gelatin, Eastoe (1977) menyatakan bahwa di dalam tulang terdapat kolagen sebesar 18,6% dari 19,86 % unsur organik protein kompleks. Secara umum fungsi gelatin untuk produk pangan adalah sebagai zat pengental, penggumpal, pengemulsi, penstabil, pembentuk busa, menghindari sineresis, pengikat air, memperbaiki konsistensi, pelapis tipis, pemerkaya gizi, pengawet, dan lain-lain.

Penelitian ini mengkaji karakteristik sifat kimia yang meliputi gugus fungsi molekul gelatin, berat molekul gelatin tulang ikan Tuna dengan variasi konsentrasi asam asetat (CH_3COOH), asam klorida (HCl) dan asam fosfat (H_3PO_4) masing-masing 4%, 5% dan 6% serta suhu perendaman 70°C , 75°C dan 80°C yang dibandingkan dengan gelatin komersial

PROSEDUR PERCOBAAN

A. Alat dan bahan

Alat - alat yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan, alat-alat gelas, *waterbath*, pemanas, termometer, kertas pH indikator universal dari Merck, kain katun (*cheesecloth*), pengaduk, pisau, gelas ukur, labu ukur, gelas beker, pipet volum, kaca arloji, cawan petri, spectrometer FTIR, dan viskometer Ostwald, DSC/TGA

B. Bahan Penelitian

- Tulang ikan Tuna
- Larutan HCl
- Larutan CH_3COOH
- Larutan H_3PO_4

C. Cara kerja

Penelitian ini menggunakan tipe A yaitu perendaman tulang ikan tuna dengan variasi 3

jenis larutan asam yaitu larutan HCl (Asam Klorida) , Larutan H₃PO₄ (Asam Phospat) dan larutan CH₃COOH (Asam Asetat) . Adapun prosedur penelitian sebagai berikut :

1. Persiapan Bahan Baku

Ikan Tuna segar diambil tulangnya kemudian dibersihkan dari daging dan lapisan yang mengandung lemak. Kemudian tulang dicuci dengan air mengalir hingga bersih. Berat tulang ikan Tuna yang akan dianalisis ±15 gram

2. Preparasi Gelatin

a. Degresing

Tulang Ikan Tuna dicuci dengan air panas pada suhu 60⁰ – 70⁰ C sampai 2 – 3 menit dan selanjutnya ditiriskan selama 3 menit. Tahap selanjutnya tulang tersebut dipotong – potong kecil dengan ukuran ± 2–3 cm.

b. Demineralisasi

Tulang direndam dalam larutan asam, yaitu (CH₃COOH) 5 %, HCl 5 %, dan H₃PO₄ 5 %. Perendaman dilakukan selama 12 jam. Tulang yang telah direndam kemudian ditimbang dan dicuci air mengalir hingga pH menjadi netral (6-7).

c. Ekstraksi

Tulang Ikan Tuna dimasukkan ke dalam beaker glass dan ditambahkan aquadest dengan perbandingan tulang dan aquadest adalah 1 : 2. Kemudian tulang tersebut diekstraksi dalam *waterbath* pada suhu 70⁰C selama 2 jam. Ekstrak disaring dengan kain katun berlapis empat untuk menghilangkan kotoran, kemudian filtrat yang

diperoleh diukur.

d. Pembentukan Gel

Filtrat dimasukkan dalam lemari pendingin dengan suhu 4⁰C - 10⁰C selama 10-12 jam hingga membentuk gel.

e. Pembentukan Gelatin

Gel dimasukkan kedalam tempat Loyang oven Gel di oven pada suhu 60⁰C selama 24 jam hingga terbentuk lapisan gelatin. Lapisan tipis gelatin yang diperoleh ditimbang dengan neraca analitis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Larutan asam yang digunakan untuk perendaman ialah larutan asam CH₃COOH, HCl dan H₃PO₄ dengan konsentrasi berbeda yaitu 4%,5%, 6% dan waktu perendaman yang sama, yaitu selama 12 jam.

Proses perendaman bertujuan untuk mengkonversi kolagen menjadi bentuk yang sesuai untuk ekstraksi, yaitu dengan adanya interaksi ion H⁺ dari larutan asam dengan kolagen. Sebagian ikatan hidrogen dalam tropokolagen serta ikatan-ikatan silang yang menghubungkan tropokolagen satu dengan tropokolagen lainnya dihidrolisis menghasilkan rantai-rantai tropokolagen yang mulai kehilangan struktur tripel heliknya (Gambar 1). Pada larutan asam dapat dimungkinkan telah terjadi konversi kolagen menjadi gelatin, yaitu tripel helik telah benar- benar kehilangan struktur aslinya menjadi rantai-rantai α. Jika hal ini terjadi, gelatin akan larut dalam larutan asam yang dapat mempengaruhi hasil akhir rendemen gelatin. Proses perendaman juga mengakibatkan terjadinya penggembungan (*swelling*) yang dapat membuang material-material yang tidak diinginkan, seperti lemak dan protein non-kolagen pada kulit dengan kehilangan kolagen yang

minimum. Saat jaringan yang mengandung kolagen diperlakukan secara asam dan diikuti dengan pemanasan dalam air, maka struktur fibril kolagen akan dipecah secara *irreversible*.

Protein kolagen mengalami perubahan berupa pembengkakan (*swelling*), karena adanya interaksi antara fibril kolagen dengan larutan asam. Interaksi tersebut ditunjukkan dengan presentase kenaikan bobot pada kulit setelah beberapa kurun waktu perendaman. Besarnya derajatpembengkakan menunjukkan bahwa makin banyak ruang dalam fibril kolagen yang dapat dimasuki larutan.

Swelling berlebihan akan menyebabkan komponen kolagen mengalami degradasi lanjutan, yaitu terjadinya pemutusan rantai-rantai

tropokolagen menjadi rantai peptida dan asam-asam amino penyusunnya sehingga digolongkan gelatin kualitas rendah. Kategori gelatin kualitas baik ialah bila diperoleh dari degradasi struktur triplek helik protein kolagen kulit menjadi campuran polipeptida yang bersifat mudah larut dalam air, dan bila suhu didinginkan akan membentuk gelatin (6).

Penelitian ini, *swelling* menyebabkan perubahan bobot tulang ikan sebelum dan setelah mengalami perendaman. Perubahan jumlah bobot ditunjukkan dalam persen derajat pembengkakan (DP), seperti tampak pada Tabel 1. Derajat pembengkakan diperoleh melalui perbandingan antara bobot kulit sebelum (W_i) dan setelah perendaman (W_f) (7).

Perubahan bobot yang terjadi hamper sama satu dengan yang lainnya, tetapi perubahan paling besar ialah pada larutan HCl, yaitu terjadi perubahan bobot sebanyak 220 %, sedangkan H_3PO_4 dan CH_3COOH penambahan bobot masing-masing ialah 210 % dan 208%. Hal ini menunjukkan interaksi asam klorida dengan fibril kolagen adalah yang paling besar dibandingkan H_3PO_4 dan CH_3COOH

4.3 Proses Konversi Kolagen Menjadi Gelatin

Ekstraksi dilakukan pada suhu $70^{\circ}C$, $75^{\circ}C$ dan $80^{\circ}C$ dalam sistem *water bath*, dimana perbandingan tulang dengan air adalah 1:2. Pemanasan perlu dilakukan karena gelatin umumnya akan melarut dalam air hangat ($T \geq 40^{\circ}C$) (8). Ekstraksi dengan air hangat akan melanjutkan perusakan ikatan- ikatan silang, serta untuk merusak ikatan hydrogen yang menjadi factor penstabil struktur kolagen. Selama ekstraksi struktur triplek helik terdenaturasi menjadi rantai-rantai tunggal yang dapat larut air, atau polimer- polimer kecil atau fragmen (9).

Ikatan-ikatan hydrogen yang dirusak dan ikatan-ikatan kovalen yang dipecah akan mendestabilkan triplek helik melalui transisi helik-ke-gulungan dan menghasilkan konversi gelatin yang larut air . Tropokolagen yang diekstraksi mengalami reaksi hidrolisis yang sama dengan reaksi hidrolisis tropokolagen yang terjadi saat perendaman dalam larutan asam. Reaksi hidrolisis tersebut diilustrasikan pada Gambar 2 dan 3, dimana ikatan hydrogen dan ikatan silang kovalen rantai- rantai tropokolagen diputus sehingga menghasilkan tropokolagen triplek helik yang berubah menjadi rantai-rantai α dapat larut dalam air atau disebut gelatin.

Gelatin yang diperoleh dari ekstraksi kemudian disaring dengan kain katun untuk dipisahkan dari tulang dan untuk memperoleh filtrate yang jernih. Filtrat kemudian didinginkan dalam lemari pendingin ($15^{\circ}C$)

Untuk memadatkan struktur gel gelatin. Masing-masing perlakuan erendaman dengan HCl, CH_3COOH , dan H_3PO_4 menghasilkan filtrat gelatin sebanyak 42, 35, dan 30 ml. Perbedaan filtrat gelatin yang diperoleh dapat dipengaruhi oleh penyerapan air dalam kulit

atau kekurangtepatan penyaringan yang dilakukan, dimungkinkan masih terdapat filtrat yang terserap dalam kain yang digunakan untuk menyaring.

Pendinginan akan membentuk gel yang thermoreversibel. Pendinginan ini akan mengakibatkan transisi struktur gulungan yang acak menjadi struktur helik yang baru dan akan memperkuat kekuatan gel gelatin yang dihasilkan. Struktur helik yang baru terbentuk tersebut tidak sama dengan struktur asli kolagen, karena terbatasnya jumlah tripel helik yang terbentuk kembali. Pembentukan kembali tripel helik mengakibatkan adanya *junction zones* yang penting dalam pembentukan gel gelatin. *Junction zones* distabilkan oleh ikatan hidrogen, dan saling terinterkoneksi satu sama lain melalui rantai-rantai peptida yang fleksibel (10).

Gambar 4 menunjukkan struktur gulungan gelatin saat didinginkan dan terbentuk formasi gelatin dengan adanya *junction zone*. Gelatin yang telah didinginkan tersebut kemudian dioven pada suhu 70°C selama 24 jam untuk mengeringkan dan membentuk lapisan tipis gelatin. Pengeringan tersebut akan mengurangi kandungan air dalam gelatin sehingga diperoleh lapisan tipis gelatin yang kering, transparan dan kaku. Selama pengeringan, *junction zone* akan membentuk struktur gulungan kembali. Lapisan tipis tersebut kemudian dimasukkan desikator selama beberapa saat hingga uap panasnya hilang, kemudian ditimbang untuk dihitung total rendemennya

4.4 Rendemen Gelatin

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh nilai rata-rata rendemen gelatin yang berkisar antara 1,45 % - 12,66 %. Hasil rendemen dalam bentuk histogram dapat dilihat pada Gambar 5. Perbedaan jumlah rendemen ini dapat dipengaruhi oleh jenis asam yang

digunakan, dimana konsentrasi ion H^+ yang semakin banyak akan meningkatkan jumlah rendemen yang diperoleh. Oleh karena itu, tahapan perendaman harus dilakukan dengan tepat (waktu dan konsentrasinya), agar tidak terjadi kelarutan kolagen dalam larutan dan menyebabkan penurunan rendemen yang dihasilkan. Nilai rendemen dapat menjadi indikator untuk mengetahui efektif tidaknya metode yang diterapkan pada suatu penelitian, khususnya tentang optimalitasnya dalam menghasilkan suatu produk. Semakin tinggi nilai rendemen berarti perlakuan yang diterapkan pada penelitian tersebut semakin efektif.

Tampak bahwa rendemen terbesar adalah GCI, yang mana pada saat tahap persiapan tulang rawan direndam dalam HCl 5%. HCl adalah asam kuat sehingga pada suatu larutan akan langsung terprotonasi sempurna. H^+ yang dihasilkan bisa dengan cepat menghidrolisis rantai heliks.

Meskipun H_3PO_4 dan CH_3COOH sama-sama asam lemah, rendemen H_3PO_4 lebih banyak dibandingkan dengan CH_3COOH . Hal ini karena asam asetat hanya asam monoprotik yang pada reaksi kesetimbangan hanya sekitar 5% asam asetat yang terionisasi. Sementara 95% lainnya masih dalam bentuk molekul. Sedangkan H_3PO_4 (asam triprotik) akan berdisosiasi sebanyak tiga kali lebih banyak dari CH_3COOH atau dengan kata lain akan menghasilkan H^+ tiga kali lebih banyak dari CH_3COOH . Molekul asam fosfat yang berdisosiasi sekitar 10%. Berdasarkan hasil penelitian terlihat kecenderungan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam, maka rendemen yang dihasilkan makin tinggi. Tingginya rendemen yang dihasilkan diduga karena pengaruh jumlah ion H^+ yang menghidrolisis kolagen dari rantai *triple heliks* menjadi rantai tunggal yaitu

gelatin lebih banyak, semakin tinggi suhu ekstraksi akan menyebabkan kolagen terurai menjadi gelatin lebih banyak. Kecenderungan ini mencapai batasnya apabila ion H^+ yang berlebih disertai suhu yang tinggi mendenaturasi kolagen yang terhidrolisis. Konsentrasi asam yang berlebih dan suhu yang tinggi menimbulkan adanya hidrolisis lanjutan sehingga sebagian gelatin turut terdegradasi dan menyebabkan turunnya jumlah gelatin. Konversi kolagen menjadi gelatin dipengaruhi oleh suhu, waktu pemanasan dan pH.

4.5 Kadar Air

Serbuk gelatin kemudian dioven selama 2 jam pada temperatur $105^{\circ}C$ untuk dihitung kadar airnya. Temperatur tersebut digunakan untuk menguapkan kandungan air pada gelatin. Kadar air yang diperoleh untuk Gelatin GCI, GA, dan GF masing-masing adalah 19,35%, 14,05%, dan 14,12%. Menurut batas standar mutu gelatin SNI, kadar air maksimum gelatin yang diperbolehkan adalah 16%. Berdasar data total rendemen dan kadar air, maka gelatin serbuk terbaik adalah gelatin yang diperoleh melalui proses perendaman dalam larutan asam Klorida 5 % selama 12 jam dan pada suhu $75^{\circ}C$ karena memiliki total rendemen terbesar dengan kadar air yang paling sedikit.

4.6 Analisis FTIR

Analisis FTIR berguna untuk membuktikan apakah senyawa yang diperoleh dari penelitian ini adalah gelatin. Penelitian ini dimulai dengan preparasi sampel gelatin. Gelatin yang diperoleh dikecilkan terlebih dahulu permukaannya hingga menjadi bentuk bubuk, agar dapat dianalisis dengan alat FTIR. Hasil yang diperoleh dari analisis infra merah gelatin adalah terlihat pada gambar 6 .

Gelatin seperti umumnya protein

memiliki struktur yang terdiri dari karbon, hidrogen, gugus hidroksil (OH), gugus karbonil (C=O), dan gugus amina (NH). Kurva di samping dibagi menjadi 4 bagian, yaitu daerah serapan amida A, amida I, amida II, dan amida III yang merupakan daerah serapan gugus fungsi khas gelatin. Pada kurva terlihat bahwa GF, GA, dan GCI menunjukkan serapan pada $3436,44$; $3436,57$; dan $3409,31\text{ cm}^{-1}$ dengan bentuk kurva yang lebar. Bagian amida A yang kedua adalah serapan di sekitar 2930 cm^{-1} . Pada kurva terlihat bahwa GF, GA, dan GCI menunjukkan serapan pada $2926,49$; $2926,63$; dan $2927,39\text{ cm}^{-1}$. Puncak ini menunjukkan bahwa gugus NH dalam amida akan cenderung berikatan dengan regangan CH_2 apabila gugus karboksilat dalam keadaan stabil. Dengan demikian ketiga sampel yang diuji telah terbukti memiliki gugus OH

Gugus khas gelatin berikutnya adalah amida I. Adanya regangan ikatan ganda gugus karbonil, C=O, bending ikatan NH, dan regangan CN menyebabkan timbulnya puncak serapan pada frekuensi $1656-1644\text{ cm}^{-1}$. Daerah inilah yang disebut dengan daerah serapan amida I yang menunjukkan adanya regangan C=O dan gugus OH yang berpasangan dengan gugus karboksil. Daerah serapan $1660-1650\text{ cm}^{-1}$ dikenal sebagai daerah serapan untuk struktur rantai α -helik. Pada kurva terlihat bahwa GF, GA, dan GCI menunjukkan serapan pada $1648,50$; $1650,60$; dan $1650,34\text{ cm}^{-1}$. Maka dengan ini dapat disimpulkan bahwa ketiga sampel gelatin memiliki daerah serapan amida I atau dengan kata lain mengandung rantai- α helik yang mana rantai ini merupakan struktur gelatin.

Daerah serapan amida II adalah puncak serapan pada $1560-1335\text{ cm}^{-1}$. Vibrasi amida II disebabkan oleh adanya deformasi ikatan N-H dalam protein. Daerah serapan ini berkaitan dengan deformasi tropokolagen menjadi rantai- α .

Sedangkan struktur α -helik pada amida II ditunjukkan pada $\nu = 1550-1540 \text{ cm}^{-1}$. Pada kurva terlihat bahwa GF, GA, dan GCI menunjukkan serapan pada 1545,54; 1559,64; 1540,41. Hal ini membuktikan adanya deformasi ikatan N-H pada sampel - sampel tersebut menghasilkan rantai- α . Daerah serapan spesifik dari gelatin yang terakhir adalah amida III. Puncak serapannya adalah 1240-670 cm^{-1} dan berhubungan dengan struktur *triple-helix* (kolagen). Pada kurva terlihat bahwa GF, GA, dan GCI masih mengandung struktur *triple-helix*, ditunjukkan oleh puncak serapan 1167,55; 1241,68; dan 1243,47 cm^{-1} . Hal ini berarti masih ada sebagian kecil struktur kolagen yang masih belum terkonversi menjadi gelatin dan lolos saat dilakukan penyaringan ekstrak gelatin. Gugus fungsi-gugus fungsi O-H, C-H, C=O, N-H dan C-H aromatis merupakan spektra yang terdapat pada gelatin ikan dan sapi komersial (11). Spektra senyawa yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan gugus fungsi-gugus fungsi yang sama dengan kedua gelatin komersial tersebut. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa senyawa yang diperoleh dari penelitian ini adalah gelatin.

KESIMPULAN

1. Analisis FTIR menunjukkan gugus- gugus fungsi O-H, C-H, C=O, N-H dan C-H aromatis yang sama dengan gelatin komersial.
2. Rendemen dan kadar air gelatin yang diperoleh dari perendaman bahan baku dalam larutan asam HCl, CH₃COOH, dan H₃PO₄ 5% masing- masing adalah 12,66% dan 19,35%, 5,81 % dan 14,05%, 8,12 % dan 14,12%.
3. Gelatin terbaik yang diperoleh dalam penelitian ini adalah gelatin dengan larutan perendaman HCl 5% dan suhu 75⁰C

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Kepada Kemenag yang memberi bantuan pembiayaan
2. Kepada Kajur FMIPA ITS Surabaya

DAFTAR RUJUKAN

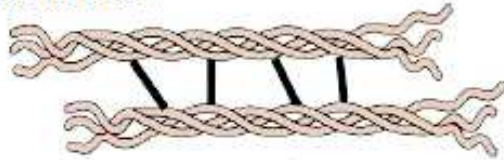
- [1]. Rahman, M. S., Al-Saidi, G. S., dan Guizani, N. 2008. "Thermal Characterisation of Gelatin Extracted from Yellowfin Tuna Skin and Commercial Mammalian Gelatin". **Food Chemistry**, 108(2): 81-89.
- [2]. Sobral, P. J. A., dan Habitate, A. M. Q. B. 2001. "Phase Transitions of Pigskin Gelatin". **Food Hydrocolloids**, 15: 377-382.
- [3]. Schrieber, R., dan Gareis, H. 2007. **Gelatine Handbook**. Weinheim: Wiley-VCH GmbH dan Co.
- [4]. Gudmundsson, M. dan Hafsteinsson, H. 1997. "Gelatin from Cod Skin as Affected by Chemical Treatments". **Journal of Food Science**, 62(1): 37-39.
- [5]. Gómez-Guillén, M. C., dan Montero, P. 2001. "Extraction of Gelatin from Megrim (*Lepidorhombus boschii*) Skins with Several Organic Acids". **Journal of Food Science** 66, 2: 213-216
- [6]. Kurnianingsih, N. 2004. "Kolagen Sang Pengisi Tubuh". Laporan Utama Cakrawala. Edisi Kamis. 30 September 2004.
- [7]. Samsudin, S. A. 2006. "Chemical Resistance Evaluation of Polystyrene/Polypropylene Blends Compositions and SEBS Content". **Malaysian Polymer Journal** 1, 1: 11-24.
- [8]. Ross-Murphy, S. B. 1991. "Structure and Rheology of Gelatine Gels: Recent Progress". **Polymer**, 33(12): 2622-2627.
- [9]. Karim, A. A. dan Bhat, R. 2009. "Review Fish Gelatin: Properties. Challenges. And Prospects As An Alternative To Mammalian Gelatins". **Trends in Food Science and Technology**, 19: 644-656.

[10]. De Wolf, F. A. 2003. “**Collagen and Gelatin In Progress In Biotechnology**”. Elsevier Science, 23: 133–218.

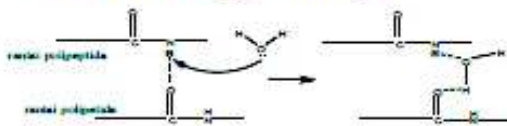
[11]. Norziah, M.H., Al-Hassan, A., Khairulnizam, A. B., Mordi, M. N., dan Norita, M.

2009. “Characterization of Fish Gelatin from Surimi Processing Waste: Termal Analysis and Effect of Transglutaminase on Gel Properties”. **Food Hydrocolloid**, 23: 1610-1616.

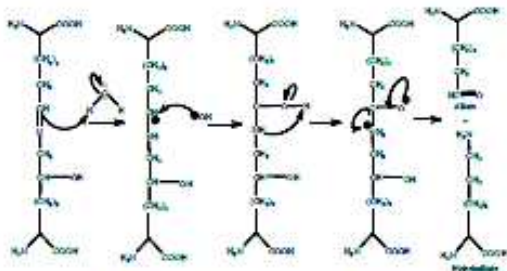
LAMPIRAN



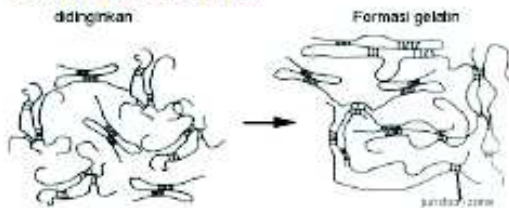
Gambar 1 Ikat Silang pada Kolagen



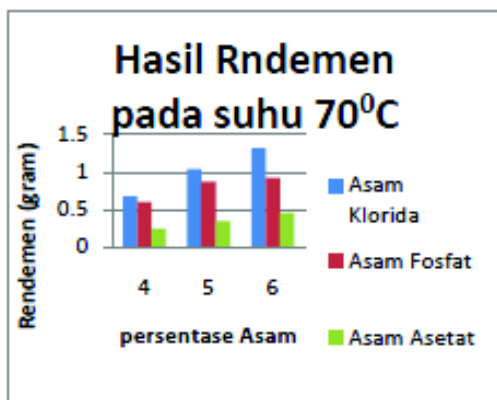
Gambar 2 Reaksi Pemutusan Ikatan Hidrogen Tropokolagen



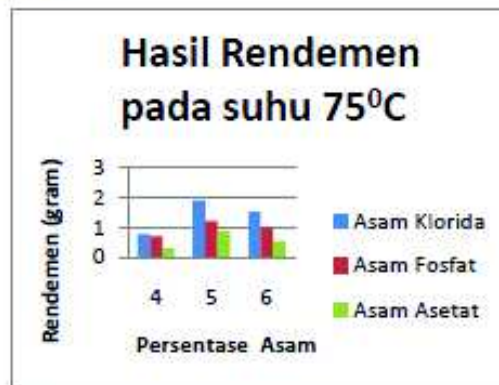
Gambar 3 Reaksi Hidrolisis Ikatan Silang Kovalen Tropokolagen



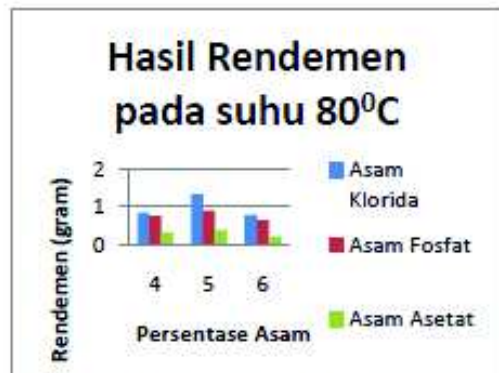
Gambar 4 Junction Zones pada Gelatin



Gambar 5.1. Histogram rendemen gelatin tulang ikan tuna (*Thunnus sp.*) pada suhu 70°C

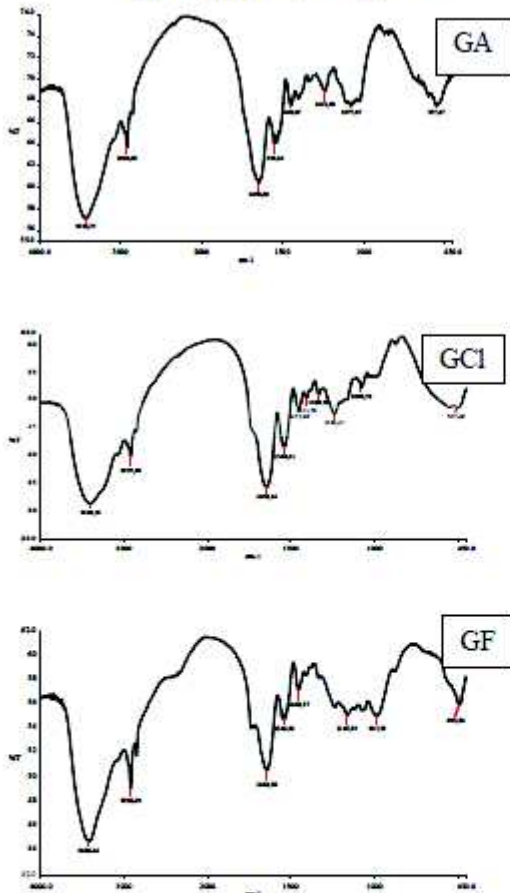


Gambar 5.2. Histogram rendemen gelatin tulang ikan tuna (*Thunnus sp.*) pada suhu 75°C



Gambar 5.3. Histogram rendemen gelatin tulang ikan tuna (*Thunnus sp.*) pada suhu 80°C

Gambar 6 Spektra Infra Merah Gelatin pada (a) GA, (b) GF, dan (c) GCL



Larutan Asam	Bobot tulang awal (gram)	Bobot tulang akhir (gram)	DP (%)
HCl 4%	15,2012	45,6796	200,50
CH ₃ COOH 4%	15,1252	45,5276	200
H ₃ PO ₄ 4%	15,0214	45,1198	198

Larutan Asam	Bobot tulang awal (gram)	Bobot tulang akhir (gram)	DP (%)
HCl 5%	15,2234	47,9537	215
CH ₃ COOH 5%	15,1450	46,4952	207
H ₃ PO ₄ 5%	15,1215	45,9694	204

Tabel 1 Perubahan Bobot Tulang IkanTuna Sebelum dan Sesudah Perendaman dalam Larutan Asam

Larutan Asam	Bobot tulang awal (gram)	Bobot tulang akhir (gram)	DP (%)
HCl 6%	15,2165	48,6928	220
CH ₃ COOH 6%	15,2054	47,1367	210
H ₃ PO ₄ 6%	15,2175	46,8699	208