

Rendemen, Titik Gel dan Titik Leleh Gelatin dari Tulang Ikan Tuna (*thunnus sp.*) yang Diproses dengan Menggunakan Cuka Aren (*arenga pinnata*)

^{1,2}Mohamad Zulkifli, ²Asri Silvana Naiu dan ²Nikmawatusanti Yusuf

¹zulkifli@yahoo.com

²Jurusan Teknologi Perikanan, Fakultas Ilmu – Ilmu Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan ekstraksi gelatin dari tulang ikan tuna dengan menggunakan asam alami cuka aren dan mempelajari pengaruh cuka aren terhadap karakteristik kimia dan fisik gelatin yang dihasilkan. Pada penelitian pendahuluan dilakukan fermentasi cuka aren dengan fermentasi spontan selama satu bulan dan menganalisis kadar asam asetat. Pada penelitian utama dilakukan ekstraksi tulang tuna dengan menggunakan 3 perlakuan yaitu perbandingan volume cuka hasil fermentasi (ml) dengan berat ikan tuna (g) yang terdiri atas G1 (3:1); G2(5:1) dan G3(7:1). Rancangan penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan. Gelatin yang dihasilkan dikarakterisasi kimia yaitu kadar proksimat dan pH serta karakterisasi fisik yaitu rendemen, titik gel dan titik leleh. Gelatin tulang ikan tuna yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki rendemen antara 2.81 – 6.09%, titik gel berkisar 10°C, titik leleh berkisar 37°C yang masih menyerupai gelatin komersial. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan volume cuka aren yang digunakan berpengaruh nyata terhadap abu, lemak dan protein namun tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap rendemen, titik gel, titik leleh dan kadar air gelatin tulang ikan tuna yang dihasilkan.

Kata kunci : cuka aren, gelatin, karakteristik fisik dan kimia.

I. PENDAHULUAN

Ikan tuna adalah salah satu ikan ekonomis konsumsi penting. Ikan tuna dapat diolah menjadi produk tuna loin, steak, dan tuna saku yang dalam kegiatan pengolahannya akan menghasilkan limbah berupa kulit dan tulang. Junianto *dkk* (2006) menyatakan bahwa tulang pada ikan menyusun sekitar 12,4% dari tubuhnya. Berdasarkan data Dinas Perikanan dan Kelautan (DPK) Kota Gorontalo (2012), produksi ikan tuna pada tahun 2009 sebanyak 121,13 ton sehingga jumlah limbah tulang ikan yang dapat diperoleh adalah 15,2 ton. Jumlah ini belum dimanfaatkan secara optimal sehingga hanya terbuang sia-sia. Untuk memperoleh “zerowaste” dari hasil pengolahan tuna, maka tulang ikan sisa pengolahan dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam proses pembuatan gelatin.

Gelatin merupakan biopolimer polipeptida hasil dari degradasi kolagen yang banyak ditemukan dalam jaringan hewan. Kolagen ditemukan pada bagian kulit dan tulang kelompok hewan vertebrata termasuk ikan. Tulang ikan mengandung 19,86% unsur organik

protein dan kolagen sebesar 18,6%, dan kolagen inilah yang kemudian mengalami denaturasi dengan panas menjadi gelatin (Wiratmaja 2006; Pranoto 2006; Katili 2009).

Proses pembuatan gelatin dapat menghasilkan 2 jenis gelatin berdasarkan mutunya, yaitu gelatin tipe A dan gelatin tipe B. Gelatin tipe A memiliki kualitas lebih baik sebab diekstraksi dengan menggunakan zat asam dibandingkan dengan gelatin tipe B yang diekstraksi dengan zat basa. Asam-asam yang dapat digunakan adalah asam asetat, asam klorida, asam sitrat, asam pospat (Astawan dan Aviana 2003; Wiratmaja 2006; Fatimah 2008; Minarti dan Hidayat 2009). Jenis asam-asam ini umumnya masih bersifat sintesis, dan diproduksi oleh pabrik.

Cuka aren (*Arenga pinnata*) merupakan salah satu sumber alami yang diketahui mengandung jenis asam asetat yang dihasilkan dari proses fermentasi air nira. Penelitian terhadap pembuatan gelatin tulang ikan tuna dengan memanfaatkan asam alami seperti cuka aren masih jarang dipublikasikan. Berdasarkan hal tersebut, penulis beinisiatif untuk melakukan penelitian

mengenai pembuatan gelatin tulang ikan tuna dengan menggunakan cuka aren. Dua hal yang mendasari penelitian ini adalah pemanfaatan limbah tulang ikan tuna yang ada di Gorontalo dan untuk mengetahui pengaruh cuka aren yang digunakan dalam pembuatan gelatin terhadap rendemen, titik gel dan titik leleh gelatin.

II. METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan dalam penelitian ini digolongkan berdasarkan jenis kegiatan dalam penelitian adalah neraca analitik, erlemmeyer, gelas ukur, labu ukur, pipet gondok, mikroburet yang terangkai dalam alat titrasi, beaker gelas, pemanas *thermolyne*, oven (merk *GenLab Limited*), termometer alkohol (merk *yenako*), *aluminiumfoil*, wajan, erlemmeyer, pan aluminium, penyaring, termometer digital (merk *Chektemp*), tabung reaksi, refrigerator

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yakni nira aren yang diperoleh dari perkebunan Tapa Kabupaten Bone-bolango, limbah tulang ikan tuna yang berasal dari beberapa UPI (Unit Pengolahan Ikan) dan pasar di kota Gorontalo, aquades dan es batu.

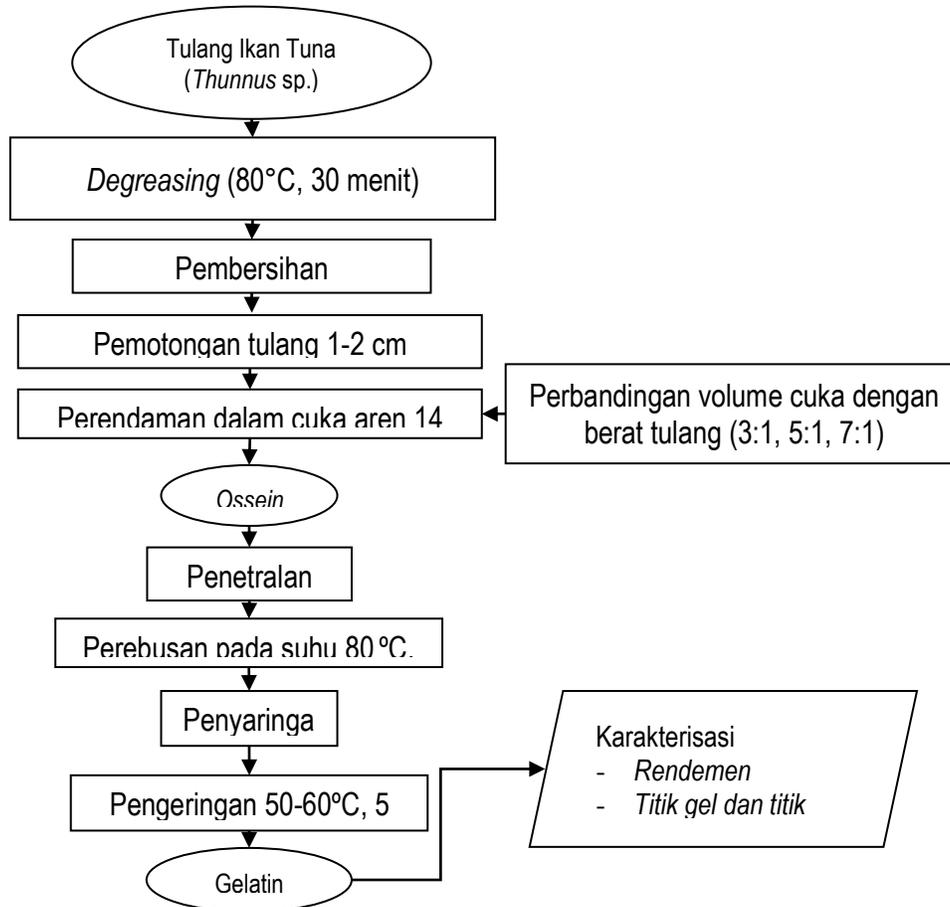
Penelitian dibagi menjadi 2 tahapan yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan melakukan uji coba masa perendaman tulang ikan dan penentuan kadar asam asetat dari cuka aren. Cuka aren difermentasi secara alami (spontan) selama 30 hari (Hidayat, 2012). Asam cuka yang telah terbentuk ditentukan kadar asam asetatnya dengan metode titrimetri berdasarkan SNI 01-3711-1995. Setelah diketahui kadar asam asetat, kemudian ditentukan perlakuan cuka yang akan digunakan.

Penelitian pendahuluan menunjukkan kadar asetat cuka aren adalah 0,8%. Berdasarkan hal tersebut, maka perlakuan pada penelitian utama adalah banyaknya cuka aren (volume) dengan jumlah (g) tulang dalam proses perendaman tulang. Perlakuan

penelitian adalah 3:1(G1), 5:1 (G2), 7:1 (G3). Jumlah perbandingan ini dipakai karena penggunaan cuka aren sebagai sumber asam untuk merendam tulang ikan merupakan hal yang pertama kali dilakukan sehingga efektivitasnya dapat diketahui.

Proses pembuatan gelatin mengacu pada Wiratmaja (2006) yang melakukan pembuatan gelatin menggunakan asam klorida (HCl). Pembuatan gelatin diawali dengan preparasi tulang ikan tuna. Tulang ikan tuna diperoleh dari kegiatan industri tuna loin dan pasar lokal yang berada di kota Gorontalo. Pada tahap awal, tulang ikan dicuci dari kotoran seperti darah, pasir dan benda-benda fisik lainnya, kemudian tulang ikan tuna direndam dalam air panas ($\pm 80^{\circ}\text{C}$) selama 30 menit dalam keadaan tertutup, proses ini bertujuan untuk menghilangkan komponen non kolagen seperti darah yang terdapat dalam jaringan, lemak, dan komponen lainnya. Kemudian, tulang dibersihkan dari sisa-sisa daging dan kotoran lainnya yang masih menempel. Tulang ikan kemudian dipotong dengan ukuran 1-3 cm.

Tahap selanjutnya adalah proses perendaman ikan menggunakan cuka aren dengan berbagai volume yang berbeda selama 14 hari sampai terbentuk tulang yang relatif lunak (*ossein*). Kemudian *ossein* dicuci dengan air yang mengalir untuk menghilangkan sisa-sisa larutan asam sampai pH mendekati netral. Proses selanjutnya adalah perebusan tulang ikan menggunakan aquades (3:1), suhu perebusan yang digunakan adalah 80°C selama 6 jam. Hasil dari perebusan adalah larutan gelatin. Larutan gelatin kemudian disaring. Hasil saringan larutan gelatin kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu $50-60^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam sehingga diperoleh gelatin yang padat. Gelatin kemudian dihaluskan sampai membentuk serbuk. Gelatin yang diperoleh kemudian dianalisis nilai rendemen, titik gel dan titik leleh. Secara singkat, proses pembuatan gelatin dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur penelitian

Rendemen diperoleh dengan perbandingan berat kering gelatin yang dihasilkan dengan berat bahan segar. Secara matematis dapat dirumuskan dengan:

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{berat gelatin yang terbentuk}}{\text{berat tulang}} \times 100\%$$

Titik gel dan titik leleh diukur sesuai dengan metode Suryaningrum dan Utomo (2002) dalam Wiraatmaja (2006) yang dimodifikasi. Gelatin (6,67%) dilarutkan dengan aquades dan dimasukkan dalam tabung reaksi yang dihubungkan dengan thermometer digital, kemudian diberikan es pada sekeliling luar bagian tabung reaksi. Titik gel adalah suhu ketika larutan gelatin mulai menjadi gel.

Gelatin (6,67%) dilarutkan dengan aquades. Sampel didinginkan pada suhu antara 10°C-14°C

selama 17 ± 2 jam. Pengukuran titik leleh dilakukan dengan cara memanaskan gel gelatin dalam penangas air. Diatas gel gelatin tersebut diletakkan gotri dan ketika gotri jatuh ke dasar gel gelatin, maka suhu tersebut merupakan suhu titik leleh.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Cuka Aren (*A. pinnata*) Hasil Fermentasi

Cuka aren yang digunakan dalam kegiatan penelitian adalah air nira (*A. pinnata*) yang difermentasikan secara alami selama 1 bulan tanpa penambahan agen fermentasi sehingga menjadi asam, proses ini disebut dengan fermentasi spontan. Kadar asetat yang diperoleh rata-rata adalah 0,8 % (Lampiran 1). Pembentukan asetat pada fermentasi nira aren diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya keberadaan mikroorganisme fermentasi dan kandungan alkohol.

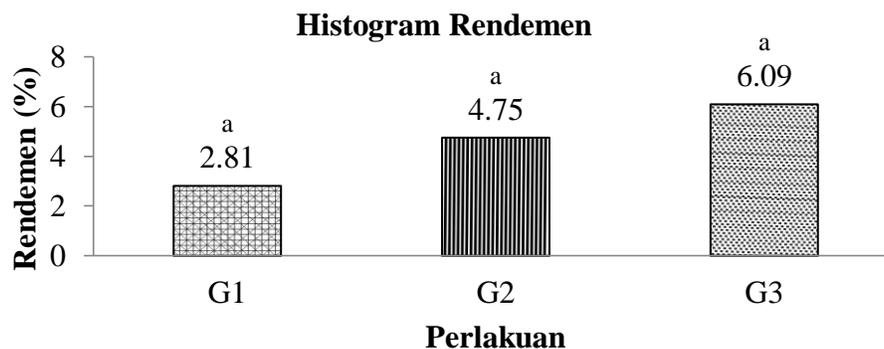
Cuka hasil fermentasi selama 1 bulan diduga masih mengandung banyak alkohol yang menghambat kerja mikroba fermentasi (*Acetobacter sp.*) yang membentuk asam asetat. Hardoyo *dkk* (2007) yang menguji kadar asam asetat pada nira dengan penambahan starter melaporkan bahwa alkohol akan menghambat aktivitas mikroba fermentasi untuk membentuk asam asetat. Sholikah (2010) dalam penelitian tentang uji kadar etanol dan asam asetat pada nira siwalan yang difermentasi secara spontan, menyatakan bahwa semakin lama proses pendiaman (fermentasi) nira, maka akan semakin meningkatkan kadar alkohol dalam cuka.

Cuka yang difermentasikan dengan tambahan mikroorganisme fermentasi (*Acetobacter sp.*) menghasilkan kadar asetat yang lebih tinggi dengan waktu fermentasi yang lebih singkat. Dalam penelitian Hardoyo *dkk* (2007), kadar asam asetat tertinggi yang dihasilkan dengan bantuan bakteri

Acetobacter adalah 6% dengan lama fermentasi 11 hari. Lebih lanjut dinyatakan pula bahwa kadar alkohol dalam cuka berpengaruh terhadap kadar asetat. Jika konsentrasi alkohol di dalam media (cuka) tinggi (sekitar 11%) maka asetat yang terbentuk kurang dari 2% asetat. Pada penelitian Sholikah (2010), kadar alkohol sekitar 8,654%, asam asetat yang dihasilkan sekitar 0,556%. Pada penelitian Baharudin *dkk* (2012), melaporkan kadar etanol yang terbentuk pada proses fermentasi nira 4% menghasilkan kadar asam asetat 7,2%.

3.2 Rendemen gelatin

Rendemen gelatin merupakan jumlah (g) gelatin yang terbentuk berbanding dengan jumlah bahan segar tulang ikan. Rendemen akan menentukan tingkat efisien dari perlakuan yang digunakan. Rendemen gelatin hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Histogram rendemen gelatin tulang ikan tuna hasil perlakuan

Gambar 2 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai rendemen gelatin hasil perlakuan sejalan dengan bertambahnya volume cuka yang digunakan. Rendemen terendah (2,81%) merupakan hasil perlakuan G1 (3:1) sedangkan rendemen tertinggi (6,09%) merupakan hasil perlakuan G3 (7:1). Namun berdasarkan hasil analisis sidik ragam (ANOVA) (Lampiran 2g) menunjukkan bahwa perlakuan volume cuka aren tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai rendemen gelatin.

Nilai rendemen dalam penelitian ini tidak berbeda nyata kemungkinan disebabkan oleh nilai pH dari larutan cuka hasil fermentasi yang digunakan sama yaitu 3,6 dan perbandingan volume cuka dan tulang yang sama. Peningkatan nilai rendemen gelatin penelitian ini diduga disebabkan oleh bertambahnya jumlah asam-asam organik selain asam asetat seiring dengan peningkatan volume cuka. Asam-asam organik diduga membantu menyediakan jumlah ion asam (H^+), ion asam berperan dalam memutuskan ikatan hidrogen antara kolagen pada saat perendaman. Dimungkinkan

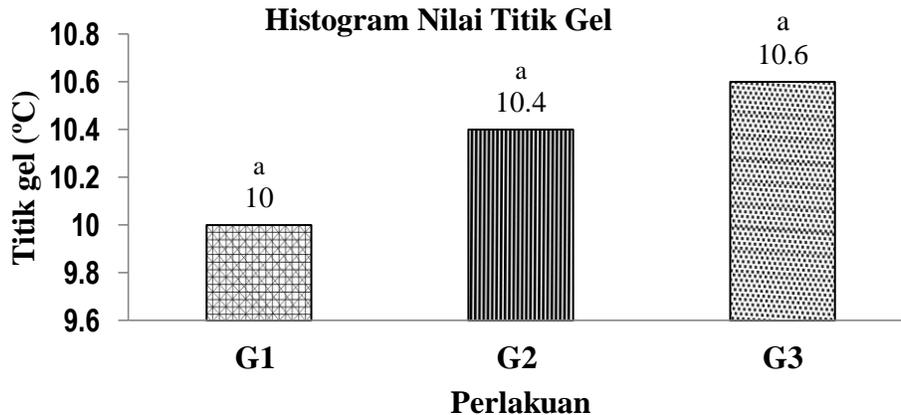
pula bahwa tingginya volume cuka maka cadangan jumlah ion asam menjadi lebih banyak sehingga ikatan hidrogen dalam tropokolagen untuk saling lepas menjadi lebih banyak. Menurut Courts (1977) *diacu* dalam Wiratmaja (2006), rendemen gelatin dipengaruhi oleh pH, suhu ekstraksi dan konsentrasi asam. Pada saat perendaman, asam akan memecahkan ikatan heliks kolagen yang terdapat di dalam matriks tulang melalui ion asam yang ada di dalamnya, semakin asam suatu pelarut (semakin menurun nilai pH) maka jumlah heliks kolagen yang terurai akan semakin banyak.

Jika dibandingkan dengan menggunakan asam-asam lainnya, nilai rendemen gelatin tulang ikan tuna hasil penelitian rata-rata lebih rendah (2,81-6,09%) jika dibandingkan dengan rendemen gelatin tulang ikan

tuna yang menggunakan asam klorida 5% yaitu 5,33% hasil penelitian Wiratmaja (2006) dan hasil penelitian Fatimah (2008) dengan menggunakan asam sitrat 5% dari tulang ikan bandeng yang menghasilkan 5,14% rendemen. Namun, nilai rendemen gelatin tulang ikan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan hasil penelitian Karlina dan Atmaja (2010) menggunakan asam asetat 5% yang menghasilkan 1,91% rendemen gelatin dari tulang ikan pari.

4.2.2 Titik gel gelatin

Titik gel (*gelation point*) akan menentukan suhu pengaplikasian gelatin hasil perlakuan pada produk pangan maupun non pangan. Nilai titik gel dari gelatin hasil perlakuan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 3. Histogram titik gel gelatin hasil perlakuan

Gambar 3 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan titik gel dari gelatin tuna seiring dengan bertambahnya volume cuka yang digunakan dalam penelitian. Titik gel terendah adalah hasil perlakuan G1 (3:1) yaitu 10°C sedangkan titik gel tertinggi adalah hasil perlakuan G3 (7:1) yaitu 10,6°C. Menurut Fahrul (2005), titik gel dari gelatin ikan komersial berkisar 10°C maka titik gel dari gelatin hasil perlakuan hampir sama dengan gelatin komersil. Analisis sidik ragam (ANOVA) (Lampiran 3g) menunjukkan bahwa perlakuan volume cuka aren tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$).

Gelatin memiliki ciri khas dapat larut dalam air dan membentuk gel yang *reversible* seiring dengan naik atau turunnya suhu. Nilai titik gel gelatin hasil perlakuan

dianggap tidak berbeda nyata, sebab titik gel dipengaruhi oleh jumlah gelatin yang dilarutkan dalam air. Jumlah gelatin yang dilarutkan dalam air pada penelitian ini sama yaitu sebesar 6,67% sehingga menghasilkan titik gel gelatin yang sama. Hal ini sesuai dengan Stainsby (1997) *diacu* dalam Wiratmaja (2006) yang menyatakan bahwa titik gel dipengaruhi oleh konsentrasi gelatin dalam larutan, pH dan besarnya molekul gelatin.

Titik gel gelatin hasil penelitian meningkat diduga disebabkan oleh meningkatnya kadar protein seiring dengan bertambahnya volume cuka sebagai perlakuan. Kadar protein pada gelatin menentukan jumlah kandungan asam amino hidroksiprolin dalam

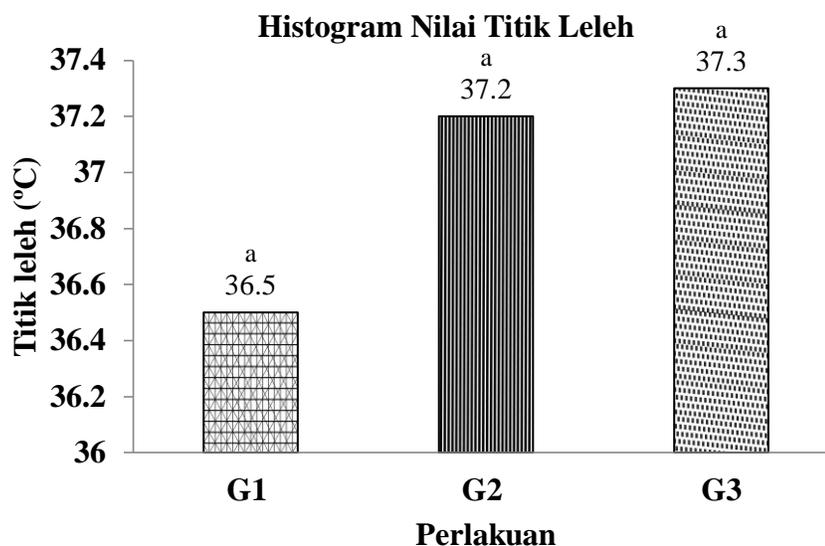
gelatin. Berdasarkan Amiruldin (2007) yang melakukan penelitian pada asam amino gelatin tulang ikan tuna bahwa titik gel dipengaruhi oleh jumlah asam amino hidroksiprolin, titik gel akan lebih rendah jika jumlah asam amino hidroksiprolin sedikit dan rendahnya hidroksiprolin membuat ikatan hidrogen dalam gelatin sedikit. Berdasarkan Fatimah (2008), bahwa konsentrasi protein yang tinggi mengandung hidroksiprolin yang tinggi. Jumlah hidroksiprolin yang terdapat dalam gelatin serta berbanding lurus dengan banyaknya ikatan hidrogen yang kemungkinan bisa terbentuk ketika gelatin terdispersi dalam air.

Gelatin yang padat (sol) akan mengembang ketika didispersikan ke dalam air. Pada saat didispersikan dalam air, maka daya tarik menarik antara

molekul gelatin lemah sehingga bentuk sol tersebut menjadi cairan (larutan gelatin) dan membentuk sistem koloid. Jika suhu diturunkan (didinginkan) molekul-molekul gelatin hasil hidrolisis akan menggulung satu sama lain dan terjadi ikatan sambung-silang satu sama lain sehingga akan membentuk struktur yang kompak (semi-padat) dan merupakan saat dimana gel mulai terbentuk (Wiratmaja, 2006).

4.2.3 Titik leleh gelatin

Titik leleh (*melting point*) merupakan suhu dimana gelatin mulai mencair, parameter ini akan menentukan suhu pengaplikasian gelatin baik pada produk pangan maupun non pangan. Nilai titik leleh dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 4. Histogram titik leleh gelatin hasil perlakuan

Gambar 4 menunjukkan kenaikan nilai titik leleh gelatin ikan tuna hasil perlakuan. Titik leleh terendah merupakan hasil perlakuan G1 (3:1) yaitu 36,5°C dan titik gel tertinggi G3 (7:1) yaitu 37,3°C. Menurut Poppe (1997) dalam Fahrul (2005), titik leleh gelatin komersial adalah berkisar 37°C atau dapat meleleh di dalam mulut, sedangkan Astawan dan Aviana (2003) menyatakan bahwa titik leleh gelatin ikan berkisar antara 24 - 33°C. Titik leleh gelatin hasil perlakuan

dianggap masih memiliki sifat menyerupai gelatin komersial.

Analisis sidik ragam (ANOVA) (Lampiran 4g) menunjukkan bahwa perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap titik leleh gelatin. Hal ini diduga disebabkan karena titik leleh berhubungan dengan naiknya titik gel dari gelatin hasil perlakuan. Sama halnya dengan titik gel, titik leleh gelatin dipengaruhi oleh konsentrasi gelatin dalam

larutan, pH dan besarnya molekul gelatin (Stanbsy, 1977 *diacu* dalam Wiratmaja 2006).

Kenaikan titik leleh gelatin hasil perlakuan berhubungan dengan titik gel gelatin. Pembentukan gel dipengaruhi oleh jumlah ikatan hidrogen yang terbentuk, demikian pula saat gelatin mulai meleleh. Gelatin dengan jumlah ikatan hidrogen yang sedikit akan membentuk gel pada suhu yang lebih rendah namun ikatan antar molekul gelatin lemah sehingga ketika mudah terlepas menjadi gulungan acak dan membuat gelatin cepat meleleh. Sebaliknya, jumlah ikatan hidrogen yang banyak akan membuat gelatin lebih cepat membentuk gel dengan ikatan antar molekul gelatin lebih kuat sehingga ketika terjadi kenaikan suhu lingkungan ikatan sambung-silang akan lepas dengan perlahan dan meleleh pada suhu lebih tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Fatimah (2008), bahwa naiknya titik leleh disebabkan oleh banyaknya jumlah ikatan Hidrogen yang terbentuk antar molekul gelatin.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian statistik maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Banyaknya cuka aren dalam perendaman tulang ikan tidak berpengaruh pada nilai rendemen, titik gel dan titik leleh.
2. Seluruh perlakuan menghasilkan gelatin dengan rendemen (2,81-6.09), titik gel ($\pm 10^{\circ}\text{C}$), titik leleh ($\pm 37^{\circ}\text{C}$).

Daftar Pustaka

- Amiruldin, M. 2007. *Pembuatan dan Analisis Karakteristik Gelatin dari Tulang Ikan Tuna (Thunnus albacores)*. [Skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Astawan, M dan Aviana, T. 2003. *Pengaruh Jenis Larutan Perendam Serta Metode Pengeringan terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Fungsional Gelatin Dari Kulit Cucut*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* Vol. XIV(1): 7-13
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia [BSNI], 1995. *Cuka Makan SNI No. 06-3711-1995*. Jakarta.
- Fatimah, D. 2008. *Efektivitas Penggunaan Asam Sitrat Dalam Pembuatan gelatin Tulang Ikan Bandeng (Chanos-chanos forskal)*. [Skripsi]. Jurusan Kimia. Universitas Islam Negeri Malang. Malang.
- Hardoyo, Tjahjono, Primarini, Hartono dan Musa. 2007. *Kondisi Optimum Fermentasi Asam Asetat Menggunakan Acetobacter aceti B166*. *Jurnal Sains MIPA Vol. XIII (1) :1-20*
- Hidayat, N. 2012. *Bioindustri:Produk Bioindustri di Indonesia*. [Modul]. Teknologi Industri Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- Junianto, Kiki H, Maulina I. 2006. *Produksi Gelatin dari Tulang Ikan dan Pemanfaatannya sebagai Bahan Dasar Pembuatan Cangkang Kapsul*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing IV Tahun I. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Padjajaran. Bandung
- Karlina dan Atmaja, 2010. *Ekstrak Gelatin Dari Tulang Rawan Ikan Pari (Himantura gerrardi) Pada Variasi Larutan Asam Untuk Perendaman*. *Prosiding Skripsi Semester Gasal. FMIPA. ITS*
- Katili, AS. 2009. *Struktur dan Fungsi Protein Kolagen*. *Jurnal Pelangi Ilmu Vol. II(5):19-29*
- Marzuki A, Pakki E & Zulfikar F. 2011. *Ekstraksi dan Penggunaan gelatin Dari Limbah Tulan Ikan Bandeng (Chanos chanos Forskal) sebagai emulgator dalam formulasi Sediaan Emulsi*. *Makalah Farmasi dan Farmakologi, Vol.XV(2):63-68*
- Mulyani T, Sudaryati & Rahmawaty S. 2012. *Hidrolisis Gelatin Tulang Ikan Kakap Menggunakan Larutan Asam*. *Program Studi Teknologi Pangan FTI UPN Veteran. Jatim*
- Pranoto, Y. 2006. *Potensi Gelatin Tulang Ikan untuk Menggantikan Gelatin Mamalia di Bidang*

Zulkifli, Mohamad *et al.* 2013. Rendemen, Titik Gel dan Titik Leleh Gelatin dari Tulang Ikan Tuna (*thunnus sp.*) yang Diproses dengan Menggunakan Cuka Aren (*arenga pinnata*). **Nikè: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan**, Vol. 1, No.3, Desember 2013, hal. 147-154. Jurusan Teknologi Perikanan - UNG

Pangan. Prosiding PATPI Seminar Nasional. Yogyakarta 2-3 Agustus 2006

Solikhah, SM. 2012. *Kajian Kadar Etanol dan Asam Asetat Dalam cairan Nira Siwalan Menggunakan Metode Kromatografi Gas.*[Skripsi]. Jurusan kimia. Universitas Islam Negeri Malang.

Wiratmaja, H. 2006. *Perbaikan Nilai Tambah Tulang Ikan Tuna (Thunnus sp) Menjadi Gelatin Serta Analisis Fisika-Kimia.* [Skripsi]. Prodi Teknologi Hasil Perikanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.