



## PENGARUH PERBEDAAN KONSENTRASI LARUTAN ASAM ASETAT ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA GELATIN KEPALA AYAM BROILER

[The Effect of Different Concentrations of Acetic Acid ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) Solution on the Physicochemical Characteristics of Broiler Chicken Head Gelatin]

Yosi Syafitri<sup>1\*</sup>, Lita Lianti<sup>1</sup>, Lailathul Fadhilah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan

\*Email: [yosi.syafitri@tp.itera.ac.id](mailto:yosi.syafitri@tp.itera.ac.id) (Telp: +6282286215758)

Diterima tanggal 22 Oktober 2024  
Disetujui tanggal 17 November 2024

### ABSTRACT

Gelatin is a food product used as a stabilizer, emulsifier, encapsulant, and film and foam former. The main raw materials for gelatin production are pig skin and bones. However, poultry can also be used as a source of gelatin. This study used an acid extraction method, as it is considered more effective and yields higher results compared to the alkaline process. The aim of this research was to identify the effect of acetic acid solution concentration on the characteristics of broiler chicken head gelatin. The study employed a completely randomized design (CRD) with three variations of acetic acid solution concentrations: 2%, 4%, and 6%, each processed for six hours with oven drying at 60°C for 48 hours. The gelatin characteristics of broiler chicken heads were analyzed in duplicate, including yield, moisture content, ash content, pH, viscosity, gel strength, melting point, and gel point. The gelatin produced had a yield of 2.22 – 3.01%, moisture content of 6.19 – 7.75%, ash content of 4.32 – 6.35%, pH of 5.35 – 5.69, viscosity of 4.09 – 11.68 Mpa.s, gel strength of 38.97 – 65.9 g bloom, melting point of 28 – 30°C, and gel point of 13.75 – 17°C. The gelatin produced from broiler chicken heads using the acetic acid solution shows properties similar to commercial gelatin standardized by SNI and GMIA.

Keyword: gelatin, broiler chicken head, concentration, acetic acid

### ABSTRAK

Gelatin menjadi salah satu produk pangan yang dimanfaatkan sebagai penstabil, pengemulsi, enkapsulan, bahan pembentuk film dan busa. Bahan baku pembuatan gelatin tertinggi berasal dari kulit dan tulang babi sebagai bahan baku. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai sumber pembuatan gelatin yaitu unggas. Penelitian ini menggunakan metode ekstraksi yaitu metode asam, karena dinilai memiliki penilaian yang lebih efektif dan menghasilkan rendemen yang lebih tinggi dibandingkan dengan proses basa. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh konsentrasi larutan asam asetat terhadap karakteristik gelatin kepala ayam broiler. Penelitian ini disusun menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 variasi konsentrasi larutan asam asetat yaitu 2%, 4%, 6% selama 6 jam dengan pemanggangan oven suhu 60°C selama 48 jam. Analisis secara duplo karakteristik gelatin kepala ayam broiler, meliputi rendemen, kadar air, kadar abu, pH, viskositas, kekuatan gel, titik leleh dan titik gel. Gelatin yang dihasilkan memiliki Rendemen 2,22 – 3,01%, Kadar air 6,19 – 7,75%, Kadar abu 4,32 – 6,35%, pH 5,35 – 5,69, Viskositas 4,09 - 11,68 Mpa.s, Kekuatan gel 38,97 - 65,9 g bloom, Titik leleh 28 - 30°C dan Titik gel 13,75 - 17°C. Gelatin yang diproduksi dari kepala ayam broiler menggunakan pengaruh konsentrasi larutan asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) memiliki beberapa sifat yang mirip dengan gelatin komersial yang distandarkan SNI dan GMIA.

Kata kunci: gelatin, kepala ayam broiler, konsentrasi, asam asetat



## PENDAHULUAN

Salah satu bahan tambahan pangan (BTP) yang banyak dimanfaatkan pada industri pangan dan sering digunakan sebagai penstabil, pengemulsi, enkapsulan, bahan pembentuk film, dan pembentuk busa yaitu gelatin (Sari, 2017). Gelatin adalah produk dari hasil ekstraksi serat kolagen yang dihasilkan dari kulit ataupun tulang hewan (Rahayu & Fithriyah, 2015). Gelatin sangat penting dalam berbagai industri, seperti industri makanan (permen, krim, selai, susu olahan, dan sosis), industri farmasi (kapsul, tablet, vitamin, dan pelapis), kosmetika (lotion dan sabun), fotografi, dan pelapis kertas. Hal ini menyebabkan jumlah permintaan yang sangat besar dan produksi gelatin semakin meningkat setiap tahunnya.

Bahan baku kulit dan tulang babi merupakan sumber utama gelatin (UNCT (United Nations Commodity Trade), 2019). Berdasarkan penelitian sebelumnya menyatakan bahwa mayoritas produsen dunia menggunakan kulit babi (46%), kulit sapi (29,4%), daging dan tulang babi (23,1%) sebagai bahan baku pembuatan gelatin (Gomez-Guillen *et al.*, 2011). Hal ini menimbulkan kekhawatiran bagi orang Muslim dan Hindu apabila mengkonsumsi produk yang menggunakan gelatin. Indonesia merupakan negara di mana mayoritas penduduknya beragama Islam, yang berarti bahwa orang-orang yang memeluknya diwajibkan untuk mengkonsumsi makanan dan minuman halal. Sedangkan bagi pemeluk agama Hindu dilarang mengonsumsi sapi (Ata *et al.*, 2016). Dengan hal ini, peneliti mulai mencari sumber gelatin alternatif yang murah, aman, dan dapat dikonsumsi dari berbagai lapisan masyarakat. Serta diharapkan mampu mengurangi jumlah gelatin yang diimpor ke Indonesia dan memungkinkan peluang yang lebih besar di industri gelatin dalam negeri (Nurilmala *et al.*, 2021).

Unggas adalah salah satu bahan yang bisa digunakan sebagai sumber gelatin (Mariod, 2013). Berdasarkan penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa kepala ayam mengandung protein sebesar 10,58% dan kolagen 15% (Du *et al.*, 2013). Kandungan tersebut berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan gelatin. Kepala ayam broiler merupakan bagian dari ayam non karkas (Ulupi *et al.*, 2018). Di Indonesia sendiri jumlah konsumen 2 ayam broiler cukup tinggi, populasi ayam dengan ras pedaging di Provinsi Lampung menurut BPS pada tahun 2022, berjumlah 103.657.519 ekor (Badan Pusat Statistik, 2022). Jumlah populasi ayam broiler di tahun 2018-2021 menjadi yang terbanyak dari jumlah populasi ayam ras petelur dan ayam kampung. Dengan meningkatnya jumlah konsumsi ayam broiler tersebut menyebabkan peningkatan produksi limbah ayam salah satunya adalah kepala ayam broiler (Usman *et al.*, 2022).

Gelatin dihasilkan dari serat kolagen yang berasal dari protein hewani, yang merupakan komponen paling utama dari jaringan penghubung adalah kulit, tendon, tulang, dan kartilago (T *et al.*, 2005). Asam dan basa merupakan dua metode yang dapat digunakan untuk membuat gelatin. Berbahan dasar seperti kulit babi, kulit



ikan, dan kulit unggas biasanya diproses melalui proses asam. Jenis asamnya yaitu asam asetat, klorida, sulfat, dan fosfat. Bahan dasar kulit dan tulang sapi, dilakukan dengan proses basa yaitu NaOH. Perendaman dengan asam atau basa digunakan untuk menghidrolisis kolagen, sehingga gelatin menjadi lebih mudah larut dalam air panas selama proses perlakuan ekstraksi. Hal ini karena beberapa ikatan dalam molekul kolagen terlepas, sehingga struktur kolagen terbuka (Chamidah, 2002).

Penelitian ini menggunakan metode ekstraksi yaitu asam, karena dinilai memiliki penilaian lebih efektif dan memperoleh jumlah rendemen lebih tinggi dibanding dengan proses basa (Khirzin *et al.*, 2019). Proses asam dinilai lebih baik karena dapat menguraikan serat-serat kolagen menjadi lebih banyak dan mempertahankan kualitas gelatin yang didapatkan. Proses ini juga dapat mengubah rantai triple heliks kolagen menjadikan rantai tunggal, membuat kolagen lebih mudah untuk larut di dalam air dan membutuhkan menghasilkan gelatin lebih cepat (Hasdar, 2012). Namun, perendaman dalam larutan basa hanya dapat menghasilkan rantai ganda dari serat kolagen triple heliks (Suliasih *et al.*, 2020). Penggunaan asam lemah yaitu asam asetat dapat menghasilkan kolagen yang aman, tidak korosif dan lebih cepat. Sedangkan jika digunakan asam kuat akan berpengaruh terhadap warna dan aroma gelatin menjadi lebih menyengat (Fauziyyah *et al.*, 2017). Hal ini dikarenakan asam kuat memiliki sifat ionisasi yang sempurna dan derajat ionisasi yang tinggi serta bersifat korosif merusak jaringan kulit dan menurunkan mutu fisik dan kimia gelatin.

Penelitian mengenai gelatin kepala ayam belum banyak dilakukan tetapi pada bagian lain seperti penelitian sebelumnya mengenai gelatin ceker ayam dengan perbedaan konsentrasi asam asetat 0,5%, 2%, dan 3,5% dan lama perendaman 2, 4, 6 jam didapat hasil rendemen terbaik yaitu konsentrasi asam asetat sebesar 3,5% dengan lama waktu perendaman 4 jam (Ulfah, 2011). Dalam hal ini penelitian dilakukan dengan metode yang sama tetapi terdapat perbedaan pada jenis bahan baku, konsentrasi serta lama waktu perendaman asam asetat. Hal ini dapat menunjukkan penggunaan bahan baku yang berbeda akan memerlukan waktu perendaman yang beda dari penelitian terdahulu. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengidentifikasi pengaruh adanya perbedaan konsentrasi larutan asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) terhadap kualitas gelatin kepala ayam broiler.



## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan gelatin adalah kepala ayam broiler hingga bagian leher, larutan asam asetat glasial ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) (teknis) dan aquades.

### Tahapan Penelitian

#### Pembuatan Sampel Gelatin Kepala Ayam Broiler [42]

Pembuatan gelatin kepala ayam broiler dimulai dari bahan baku kepala ayam hingga bagian leher, lalu dilakukan pencucian hingga bersih. Selanjutnya diawali proses degreasing dengan perendaman dalam air hangat  $40^\circ\text{C}$ , selama 10 menit yang berfungsi untuk mempercepat proses hidrolisis kolagen, kemudian dicuci lalu ditiriskan. Selanjutnya sampel kepala ayam dipotong dengan ukuran 1-2 cm. Selanjutnya masing-masing sebanyak 300 gram sampel kepala ayam yang sudah dipotong direndam dalam larutan asam asetat konsentrasi 2%, 4% dan 6% hingga terendam seluruhnya selama 6 jam hingga bahan terendam untuk masing masing perlakuan. Setelah direndam, kemudian dicuci dengan air mengalir berulang kali hingga mendapat pH netral. Selanjutnya kepala ayam hasil rendaman diekstraksi menggunakan aquades (1:250 b/v) dalam waterbath suhu  $80^\circ\text{C}$  selama 5 jam. Proses selanjutnya penyaringan larutan gelatin menggunakan saringan kain ukuran 400 mesh. Larutan gelatin yang telah disaring dalam gelas ukur, kemudian larutan gelatin dituang ke dalam wadah berukuran 30,5 cm x 30,5 cm, lalu proses pengeringan menggunakan oven suhu  $65^\circ\text{C}$  selama 24-48 jam. Lembaran gelatin yang diperoleh kemudian dihaluskan dengan menggunakan blender dan disimpan untuk analisis lebih lanjut.

### Analisis Gelatin

Analisis gelatin meliputi beberapa pengujian yaitu rendemen mengacu pada (Association of Official Analytical Chemist, 2005), kadar air mengacu pada (AOAC, 2005) kadar abu mengacu pada (AOAC, 2005) uji pH mengacu pada (Gelatin Manufactures Institute of Amarica, 2012), viskositas mengacu pada (Standard, 1975), kekuatan gel mengacu pada (Standard, 1975) dan titik leleh mengacu pada (Standard, 1975).

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini juga disusun dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 3 perlakuan, yaitu konsentrasi larutan asam asetat sebesar 2%, 4% dan 6% dengan dua pengulangan dan diuji secara duplo sehingga diperoleh 12 unit percobaan.

### Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA. Apabila terdapat perbedaan nyata antar perlakuan dilakukan dengan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95% ( $\alpha=0,05$ ) (Steel dan Torrie, 1993). Variabel yang akan

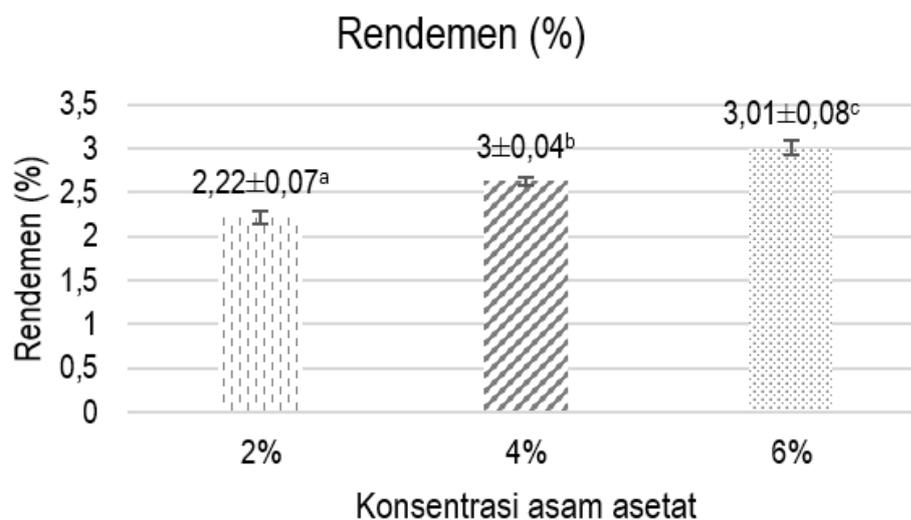


diamati dalam penelitian ini adalah rendemen, kadar air, kadar abu, pH, viskositas, kekuatan gel, titik leleh dan titik gel gelatin kepala ayam broiler (Pantow *et al.*, 2015).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Rendemen

Presentase gelatin yang dihasilkan dari jumlah sampel kepala ayam broiler yang digunakan dan dikalikan dengan nilai 100% disebut sebagai rendemen. Jumlah rendemen yang diperoleh menunjukkan seberapa efektifnya produksi gelatin. Hasil analisis ANOVA diperoleh bahwa hasil perbedaan konsentrasi larutan asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) berpengaruh nyata terhadap hasil rendemen gelatin kepala ayam broiler ( $p < 0,05$ ). Hasil uji DMRT ( $\alpha = 0,05\%$ ) menunjukkan bahwa seluruh sampel berbeda nyata. Nilai rendemen pada perlakuan perbedaan tingkat konsentrasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rendemen gelatin kepala ayam broiler

Hasil rendemen yang ditunjukkan pada Gambar 1 didapatkan gelatin kepala ayam broiler berkisar antara 2,22% hingga 3,01%. Dari data tersebut menunjukkan jumlah rendemen gelatin kepala ayam broiler mengalami peningkatan seiring dengan besarnya tingkat konsentrasi asam asetat. Selama ekstraksi, perendaman asam asetat membantu menghidrolisis kolagen dan membuatnya lebih mudah larut dalam air panas. Hal ini terjadi karena struktur kolagen terbuka karena beberapa ikatan dalam molekul proteinnya terlepas (Chamidah, 2002). Sehingga besarnya nilai rendemen pada perlakuan 6% berkaitan dengan meningkatnya konsentrasi ion  $\text{H}^+$  dari asam yang pada akhirnya mempercepat proses hidrolisis kolagen menjadi gelatin. Dalam hal ini penggunaan asam

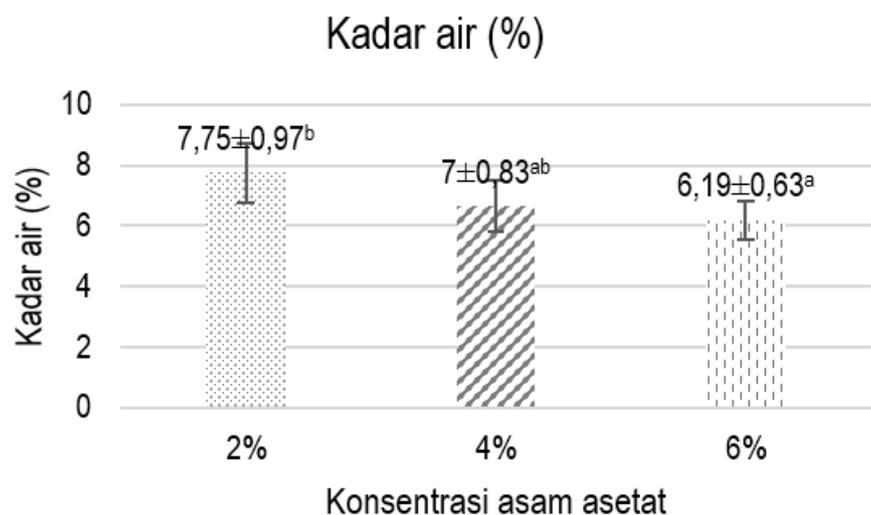


memiliki pengaruh yang sangat besar untuk menghasilkan rendemen. Semakin banyak hasil rendemen menunjukkan bahwa proses produksi gelatin lebih efisien (Lombu FV, Agustin AT, 2015).

Rendahnya nilai rendemen perlakuan 2% dan 4% disebabkan karena rendahnya konsentrasi asam yang digunakan menyebabkan proses hidrolisis kolagen menjadi kurang efisien sehingga menghasilkan kolagen yang terkonversi tidak banyak (Lombu FV, Agustin AT, 2015). Dengan hasil rerata rendemen gelatin kepala ayam broiler yaitu 2,22% - 3,01%, tidak berbeda jauh dengan penelitian (Jannah *et al.*, 2013) bahwa gelatin tulang ayam menggunakan perlakuan asam asetat 1%, 1,5% dan 2% didapatkan jumlah rendemen yaitu 1,93% - 3,25%. Hasil ini juga sejalan dengan penelitian (Ulfah, 2011), dimana penelitian ini menggunakan bahan ceker ayam dengan variasi konsentrasi 0,5%, 2% dan 3,5%, lalu didapatkan nilai paling besar pada konsentrasi asam 3,5% sebesar 7,24% yang menyatakan bahwa rendemen gelatin menunjukkan kecenderungan naik dengan meningkatnya konsentrasi larutan asam asetat.

### Uji Kadar Air

Kadar air adalah sejumlah air dalam produk yang dipengaruhi oleh kandungan air bebas dan air terikat. Kadar air yang rendah membuat produk gelatin menjadi tidak lengket (Widyasari & Rawdkuen, 2014). Gelatin merupakan sebuah kelompok senyawa hidrokoloid larut air yang dapat menyerap air dalam jumlah besar dan bersifat higroskopis atau dapat menyerap air dari lingkungan (R *et al.*, 2015). Hasil analisis ANOVA diperoleh bahwa hasil perbedaan konsentrasi larutan asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) berpengaruh nyata terhadap hasil kadar air gelatin kepala ayam broiler ( $p < 0,05$ ). Hasil uji DMRT ( $\alpha = 0,05\%$ ) menunjukkan bahwa sampel perlakuan 2% dan 6% berbeda nyata, tetapi dengan perlakuan 4% tidak berbeda nyata. Gambar 2. menunjukkan kadar air yang didapatkan dari penelitian ini.



Gambar 2. Kadar air gelatin kepala ayam broiler



Hasil pengujian kadar air gelatin kepala ayam broiler pada Gambar 4.2 menunjukkan bahwa perendaman larutan asam asetat perlakuan 2% menghasilkan gelatin dengan kadar air tertinggi yaitu 7,75%, namun menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi larutan asam asetat. Pada saat proses perendaman asam terjadi pengembangan (*swelling*) akibat larutan asam asetat masuk ke dalam sel dan mengakibatkan terjadinya pemecahan ikatan hidrogen pada rantai peptida. Semakin tinggi konsentrasi asam, ion H<sup>+</sup> dari larutan asam berinteraksi dengan kolagen, menghasilkan rantai tropokolagen yang tidak lagi memiliki struktur *triple heliksnya*. Hal ini menyebabkan pengembangan yang lebih besar terhadap bahan baku (Fauziyyah *et al.*, 2017). Dengan meningkatnya konsentrasi asam asetat maka menyebabkan struktur kolagen semakin terbuka karena ikatan hidrogen dalam tropokolagen lemah. Ikatan hidrogen penting untuk menjaga kestabilan rantai polipeptida kolagen, sehingga dengan ikatan hidrogen yang lemah, struktur kolagen menjadi tidak stabil dan kadar air gelatin menurun. Dalam situasi seperti ini, daya ikat air pada gelatin menurun, sehingga air mudah menguap saat gelatin dikeringkan pada suhu 60°C (Ulfah, 2011).

Data pada Gambar 2 menunjukkan bahwa hasil kadar air gelatin kepala ayam broiler menurun seiring dengan naiknya konsentrasi larutan asam asetat. Hasil penelitian ini tidak jauh berbeda dari penelitian (Ulfah, 2011), mengenai gelatin ceker ayam yang juga mengatakan bahwa kadar air menurun seiring dengan naiknya konsentrasi larutan asam asetat yang berkisar antara 4,64 - 6,66 %. Dengan hasil rata-rata kadar air gelatin kepala ayam broiler sebesar 6,19-7,75% sudah memenuhi standar SNI 8622:2018 maksimal 12%.

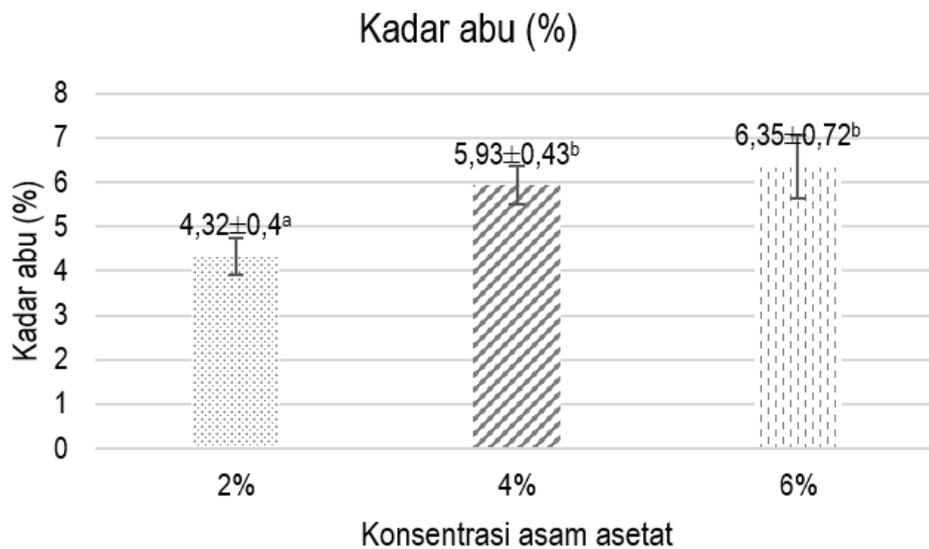
### Uji Kadar Abu

Kadar abu adalah komposisi kimia dari suatu bahan yang memiliki kadar mineral atau zat anorganik. Kadar abu menunjukkan kualitas mineral, kemurnian, dan bahkan kebersihan produk yang dihasilkan (Gunawan & Suptijah, 2017). Pengujian kadar abu dilakukan untuk mengetahui kandungan mineral suatu bahan dan tingkat kemurniannya. Semakin rendah nilai kadar abu menunjukkan kandungan mineral atau anorganik di dalamnya semakin sedikit. (Yenti *et al.*, 2015). Hasil analisis ANOVA diperoleh bahwa hasil perbedaan konsentrasi larutan asam asetat (CH<sub>3</sub>COOH) berpengaruh nyata terhadap hasil kadar abu gelatin kepala ayam broiler ( $p < 0,05$ ). Hasil uji DMRT ( $\alpha = 0,05\%$ ) menunjukkan bahwa sampel 4% dan 6% tidak berbeda nyata, tetapi berbeda dengan perlakuan 2%. Kadar abu gelatin ditunjukkan pada Gambar 3.

Hasil pengujian kadar abu gelatin kepala ayam broiler pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa kadar abu tertinggi diperoleh pada perlakuan konsentrasi asam asetat 6% sebesar 6,35%, sementara kadar abu terendah diperoleh dengan perlakuan konsentrasi asam asetat 2% sebesar 4,32%. Adanya kadar abu yang tinggi menunjukkan bahwa gelatin masih mengandung banyak komponen mineral. Beberapa mineral yang terdapat pada gelatin yaitu kalsium fosfat, kalsium karbonat dan magnesium fosfat (Ulfah, 2011). Dari hasil data



menunjukkan semakin tinggi konsentrasi larutan asam asetat maka kadar abu juga semakin meningkat, hal ini disebabkan karena apabila makin tinggi konsentrasi asam yang digunakan maka semakin banyak ion  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  yang akan berinteraksi dengan ion logam dalam larutan. Sehingga interaksi ini menghasilkan banyak terbentuk kompleks yang stabil dan tidak larut dalam air saat proses pencucian dan menyebabkan banyaknya kompleks logam yang terbentuk (Fauziyyah *et al.*, 2017). Pada saat ekstraksi, kompleks logam atau mineral tersebut larut bersama kolagen. Akibatnya, gelatin kering mengandung mineral, yang akan meningkatkan kadar abu (Dari *et al.*, 2019).



Gambar 3. Kadar abu gelatin kepala ayam broiler

Penyebab tingginya kadar abu pada gelatin juga bisa disebabkan oleh proses pencucian yang kurang optimal dan menyisakan banyak residu mineral didalamnya. Selain itu, proses penyaringan yang kurang optimal, dimana penelitian ini hanya menggunakan kain saring ukuran 400 *mesh* dan bukan menggunakan kertas saring. Hal ini menyebabkan banyak serbuk *ossein*, atau partikel halus, masuk ke dalam filtrat gelatin. Serbuk *ossein* yang berbentuk halus dapat melewati saringan dan mengendap ketika gelatin diubah menjadi gel atau bubuk gelatin. Gelatin yang berkualitas memiliki kadar abu yang rendah dan warna yang cerah (Khirzin *et al.*, 2019).

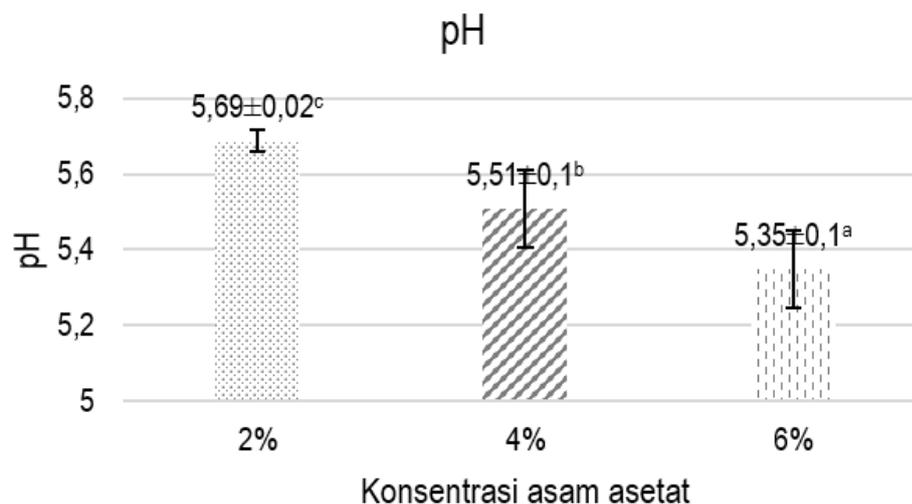
Data diatas menunjukkan bahwa hasil kadar abu gelatin kepala ayam broiler yang didapat berkisar antara 4,32% – 6,35%. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya mengenai gelatin ceker ayam didapatkan kadar abu dengan pengaruh konsentrasi asam asetat 0,5%; 2%; 3,5% yaitu 2,67 – 3,10% (Ulfah, 2011). Banyaknya jumlah kandungan mineral dalam gelatin kepala ayam broiler disebabkan karena tulang ayam broiler memiliki struktur yang sangat rapuh dan mudah hancur saat perendaman, berupa *ossein*. *Ossein* dalam



bentuk serbuk mudah melewati penyaringan dengan kertas saring biasa, sehingga saat ekstraksi gelatin, serbuk ossein akan ikut tercampur dengan gelatin (Jannah et al., 2013). Hasil penelitian sejalan dengan penelitian (Jannah et al., 2013), menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam asetat yang digunakan, maka semakin tinggi kadar abu yang dihasilkan dari tulang ayam broiler. Secara keseluruhan masih jauh melebihi batas maksimal dari (SNI 8622:2018) yaitu maksimal 3%, serta berada di atas gelatin komersial sebesar 1,69%. Hal ini disebabkan karena jenis bahan baku yang berbeda, proses penyaringan dan hidrolisis yang dilakukan berbeda.

### Uji Derajat Keasaman (pH)

Nilai tingkat keasaman dan kebasaan larutan disebut derajat keasaman (pH) dan merupakan salah satu parameter kimia gelatin. Adanya aktivitas ion hidrogen ( $H^+$ ) yang terlarut dalam suatu larutan ditunjukkan oleh nilai pH larutan (Karangan et al., 2019). Nilai pH mempunyai pengaruh saat gelatin ditambahkan pada suatu produk. Gelatin dengan nilai pH netral akan memiliki sifat stabil dan dapat digunakan di banyak produk (Astawan et al., 2002). Hasil analisis ANOVA diperoleh bahwa hasil perbedaan konsentrasi larutan asam asetat ( $CH_3COOH$ ) berpengaruh nyata terhadap hasil pH gelatin kepala ayam broiler ( $p < 0,05$ ). Hasil uji DMRT ( $\alpha = 0,05\%$ ) menunjukkan bahwa seluruh sampel berbeda nyata. Nilai rendemen ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Nilai pH gelatin kepala ayam broiler

Hasil pengujian pH gelatin kepala ayam broiler pada Gambar 4.4 menunjukkan bahwa pH tertinggi diperoleh pada perlakuan konsentrasi asam asetat 2% sebesar 5,69. Data diatas menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi larutan asam asetat berpengaruh nyata terhadap pH gelatin kepala ayam broiler. Semakin tinggi konsentrasi larutan asam asetat maka pH gelatin yang didapatkan menjadi lebih rendah. Hal ini dikarenakan pada proses perendaman terjadi proses *swelling* (penggembungan) akibat masuknya proton ke dalam struktur kulit yang kehilangan mineral atau adanya ruang kosong di tropokolagen. Ruang kosong ini memungkinkan ion  $H^+$



dari asam masuk. Ion H<sup>+</sup> dapat mengubah ikatan inter dan antar molekul tropokolagen melalui interaksi dengan gugus karboksil (Maulida, 2011). Sehingga, selama proses *swelling*, sisa larutan asam terserap ke dalam kolagen yang mengembang dan terperangkap di dalam jaringan fibril kolagen. Akibatnya, sisa larutan asam tidak mudah hilang saat proses pencucian dan ikut terekstrak, lalu berdampak pada tingkat keasaman gelatin (Azara, 2017).

pH gelatin kepala ayam broiler yang didapatkan berkisar antara 5,35 - 5,69. Hasil penelitian setara dengan penelitian (Pantow *et al.*, 2015) berbahan kulit kaki ayam dengan kisaran nilai pH 5,24 – 5,58 dan sudah memenuhi standar (SNI 8622:2018) yaitu 3,8 – 7,5. Namun, nilai pH gelatin kepala ayam broiler masih lebih rendah daripada gelatin komersial, yaitu 6,21.

### Uji Viskositas

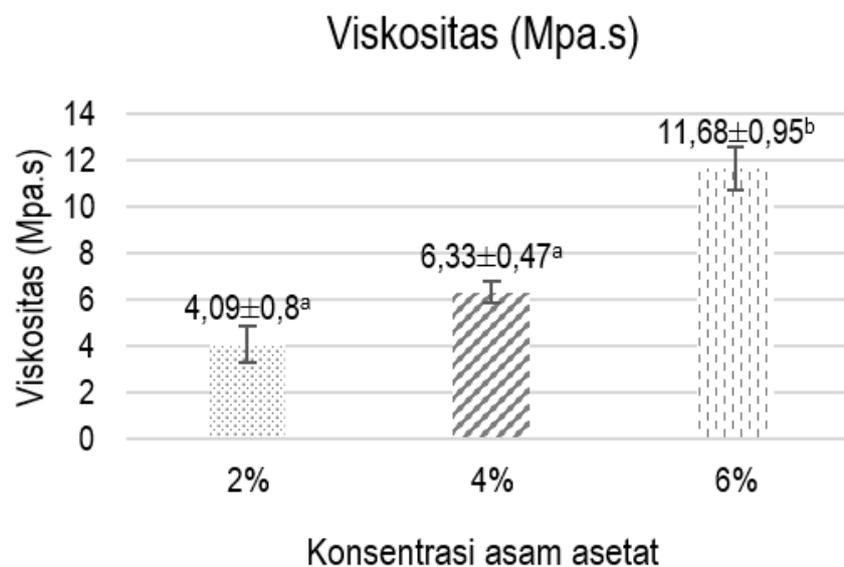
Salah satu parameter mutu gelatin adalah viskositas, yang menunjukkan kemampuan suatu cairan untuk menahan aliran. Uji ini sangat penting untuk dilakukan karena bertujuan untuk menentukan tingkat kekentalan gelatin sebagai larutan pada konsentrasi dan suhu tertentu. Sifat gel, titik pembentukan gel, dan titik leleh gel dipengaruhi oleh viskositas gelatin. Dengan nilai viskositas lebih tinggi, tingkat pelelehan dan pembentukan gel akan lebih cepat daripada dengan nilai viskositas yang lebih rendah (Hasdar & Rahmawati, 2016). Hasil ANOVA diperoleh bahwa hasil perbedaan konsentrasi larutan asam asetat (CH<sub>3</sub>COOH) berpengaruh nyata terhadap hasil viskositas gelatin kepala ayam broiler ( $p < 0,05$ ). Hasil uji DMRT ( $\alpha = 0,05\%$ ) menunjukkan bahwa sampel perlakuan 2% dan 4% tidak berbeda nyata, tetapi berbeda dengan perlakuan 6%. Nilai viskositas ditunjukkan pada Gambar 5.

Data viskositas gelatin kepala ayam broiler menunjukkan bahwa konsentrasi larutan asam asetat yang lebih tinggi menghasilkan peningkatan pada viskositas gelatin yang lebih tinggi juga. Gugus karboksil terlibat dengan ion H<sup>+</sup> yang meningkat dalam asam, kemudian memutus ikatan hidrogen dan ikatan silang kovalen, sehingga rantai polipeptida menjadi lebih pendek dan lebih terbuka, yang pada akhirnya dapat mempercepat proses hidrolisis. Hal ini membuat besarnya jumlah berat molekul peptida dan molekul gelatin tersebar lebih lambat dalam larutan dan menghasilkan viskositas yang tinggi (Mariod & Adam, 2013). Selain itu tingginya nilai viskositas pada perlakuan 6% disebabkan oleh proses paling optimal dari konversi kolagen menjadi gelatin, yang menghasilkan rantai asam amino/oligopeptida yang cukup panjang dan viskositas lebih tinggi (Hao *et al.*, 2009).

Viskositas gelatin perlakuan 2% dan 4% memiliki nilai lebih rendah disebabkan oleh rendahnya konsentrasi asam yang digunakan sehingga proses hidrolisis kolagen belum terjadi secara optimal dan struktur kolagen *triple heliks* belum terpotong seluruhnya, sehingga membuat berat molekul gelatin serta distribusi molekul gelatin ikut turun (Hermanto *et al.*, 2014). Dengan viskositas gelatin kepala ayam broiler antara 4,09



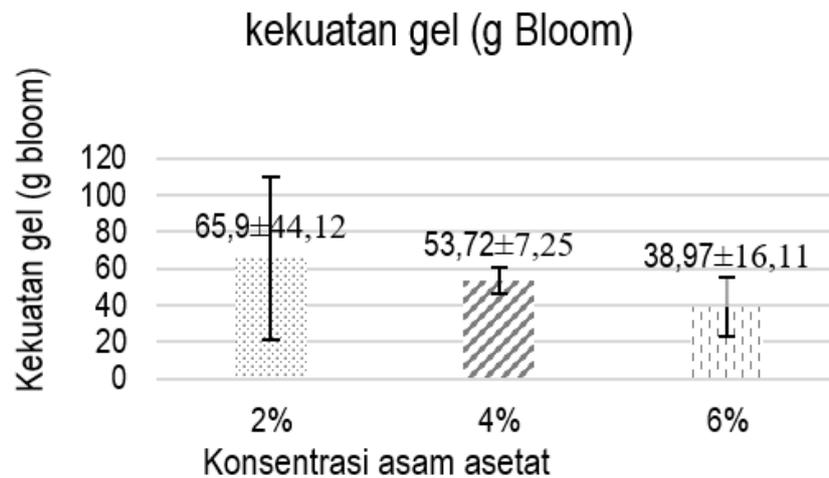
Mpa.s hingga 11,68 Mpa.s, yang meningkat seiring dengan naiknya konsentrasi asam. Hasil ini tidak sejalan dengan penelitian (Pantow *et al.*, 2015), bahwasemakin tinggi asam maka nilai viskositas yang dihasilkan semakin menurundengan viskositas terendah berada pada konsentrasi tertinggi yaitu 7% sebesar 4,30 cP atau 43 Mpa.s. Hasil ini berbeda dikarenakan jenis bahan dan proses ekstraksi yang digunakan berbeda. Dimana penelitian ini menggunakan suhu ekstraksi yaitu 80°C selama 5 jam, yang menurut penelitian sebelumnya suhu ini merupakan suhu paling optimal untuk membuat gelatin terekstraksi sempurna dan belum mengalamihidrolisis lanjutan pada rantai gelatin. Apabila rantai asam amino tersebut terhidrolisis, maka rantai asam amino putus dan mengurangi berat molekul gelatin. Semakin panjang rantai asam amino gelatin, semakin tinggi nilai viskositasnya (Islami *et al.*, 2018). Tetapi nilai viskositas dalam penelitian ini belum memenuhi persyaratan SNI8622:2018 minimal 15 Mpa.s. dan masih berada dibawah gelatin komersial yaitu 14 Mpa.s.



Gambar 5. Viskositas gelatin kepala ayam broiler

### Uji Kekuatan Gel

Salah satu parameter uji yang dapat digunakan untuk menentukan perlakuan terbaik selama proses pembuatan gelatin adalah kekuatan gel. Kekuatan gel ditentukan oleh jumlah ikatan silang rantai polimer yang membentuk jalinan tiga dimensi kontinu, sehingga dapat memerangkap air dan membentuk struktur yang kompak dan kaku [58]. Hasil ANOVA diperoleh bahwa hasil perbedaan konsentrasi larutan asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) tidak berpengaruh nyata terhadap hasil kekuatan gel gelatin kepala ayam broiler ( $p > 0,05$ ). Nilai kekuatan gel pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kekuatan gel gelatin kepala ayam broiler

Hasil kekuatan gel yang ditunjukkan pada Gambar 6 didapatkan gelatin kepala ayam broiler berkisar antara 38,97 – 65,9 g bloom. Data diatas menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi larutan asam asetat tidak berpengaruh nyata terhadap kekuatan gel gelatin kepala ayam broiler. Namun, jenis bahan baku dan proses ekstraksi dapat memengaruhi nilai kekuatan gel gelatin (Leiner & Davis, 2000). Penelitian ini pada tahap proses ekstraksi tidak diberikan perlakuan yang berbeda sehingga nilai kekuatan gel gelatin kepala ayam broiler sama. Dalam hal pembentukan molekul gelatin selama pemanasan menyebabkan pembentukan gel gelatin. Gelatin terdiri dari rantai polipeptida yang panjang dengan ikatan hidrogen dan hidrofilik yang stabil, lalu saat dipengaruhi oleh panas ikatan tersebut melemah dan rantai polipeptida mulai bergeser dan berubah bentuk. Pada saat suhu pemanasan gelatin (60°C) struktur gelatin menjadi lebih terbuka, kemudian molekul air masuk dan terperangkap. Hal ini menyebabkan larutan yang semula bebas mengalir terperangkap dalam bentuk gelatin yang kental (Stainsby. G, 1997).

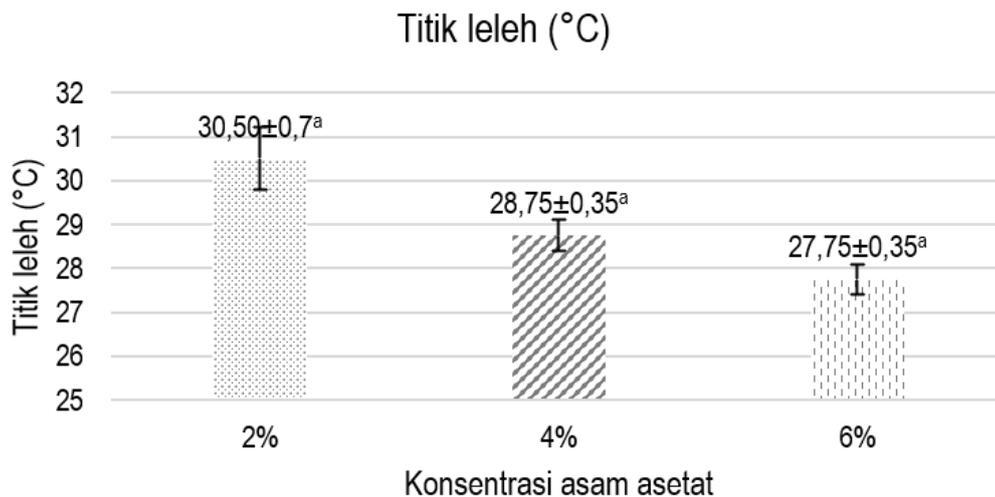
Data diatas menunjukkan bahwa kekuatan gel gelatin kepala ayam broiler yang dihasilkan berkisar antara 38,97 – 65,9 g bloom, hasilnya tidak jauh berbedadengan penelitian sebelumnya yaitu gelatin ceke ayam broiler yang berkisar antara 53,19 – 60,65 g bloom (Nofiandi *et al.*, 2022) dan penelitian gelatin kulit kaki ayam yakni 61,15 – 68,29 g bloom . Hasil perlakuan 2% dan 4% sudah memenuhi standar industrigelatin GMIA 50 – 300 g bloom (Gelatin Manufactures Institute of Amarica, 2012). Tetapi masih berada dibawah standar SNI 8622:2018 minimal 75 g Bloom.

### Uji Titik Leleh

Titik leleh merupakan titik dimana suhu gelatin yang awalnya berbentuk gelmencair saat dipanaskan. Jika titik leleh gelatin tinggi maka tingkat kepekatan gel dari gelatin tersebut pun tinggi. Berdasarkan *Food Chemical*



*Codex*, gelatin mengalami pelelehan pada suhu  $<35^{\circ}\text{C}$  dan dapat mencair dalam mulut. Hasil analisis ANOVA diperoleh bahwa hasil perbedaan konsentrasi larutan asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) berpengaruh nyata terhadap hasil titik leleh gelatin kepala ayam broiler ( $p < 0,05$ ). Hasil uji DMRT ( $\alpha = 0,05\%$ ) menunjukkan bahwa sampel perlakuan 2% dan 6% berbeda nyata, tetapi dengan perlakuan 4% tidak berbeda nyata. Hasil titik leleh gelatin dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Titik leleh gelatin kepala ayam broiler

Data hasil pengujian titik leleh gelatin dengan pengaruh perbedaan konsentrasi asam asetat berkisar antara  $27,75^{\circ}\text{C}$  -  $30,5^{\circ}\text{C}$ . Hasil analisis menunjukkan bahwa adanya penurunan apabila konsentrasi asam asetat meningkat. Hal ini karena interaksi antara asam asetat dan kolagen meningkat dengan konsentrasi asam yang digunakan. Pada saat perendaman dengan asam asetat 6%, kolagen terdenaturasi dan rantainya menjadi lebih pendek daripada kolagen dengan konsentrasi asam yang rendah. Rantai polipeptida yang lebih panjang memiliki titik leleh yang lebih tinggi. Kemungkinan inilah yang mengakibatkan penurunan titik leleh setiap kali konsentrasi asam asetat meningkat (Fatimah & Jannah, 2012). Selain itu, dengan rendahnya kandungan asam amino glisin dan hidroksiprolin, ikatan hidrogen gelatin terhadap air dalam larutan akan lebih rendah, yang membuat gelatin meleleh lebih cepat. Dengan titik leleh gelatin yang rendah, kualitas gelatin akan menjadi lebih buruk.

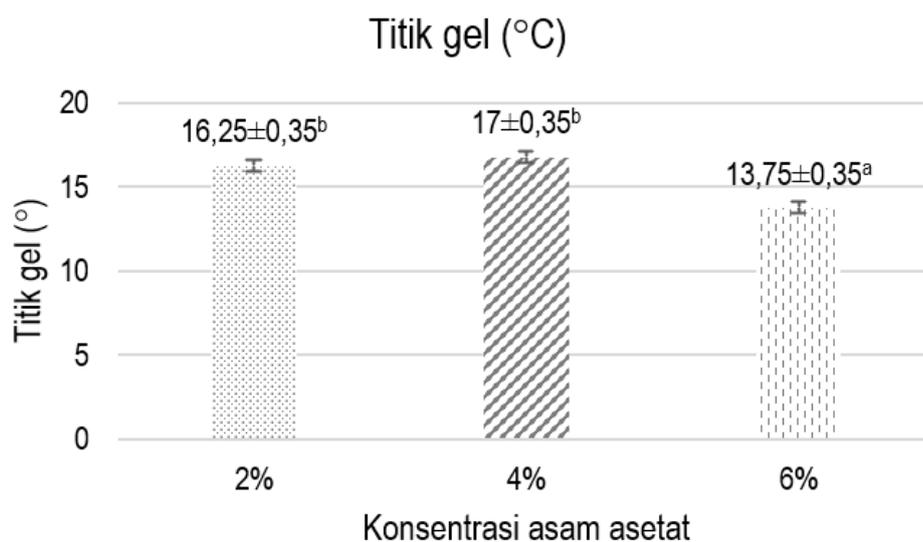
Titik leleh pada gelatin sampel 2% cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan sampel lainnya. Tingginya suhu titik leleh menunjukkan berat molekul yang lebih tinggi dibandingkan dengan gelatin berat molekul rendah. Kandungan mineral yang ada dalam gelatin dapat memengaruhi titik leleh gelatin. Dimana pada perlakuan 2% didapat kadar abu terendah yaitu 4,32%. Apabila kandungan gelatin semakin murni maka suhu titik leleh juga akan semakin tinggi (Hasdar & Rahmawati, 2016).



Hasil pengujian titik leleh menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi asam asetat berpengaruh terhadap menurunnya suhu titik leleh gelatin kepala ayam broiler. Hal ini sependapat dengan penelitian (Fatimah & Jannah, 2012) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam yang digunakan maka suhu titik leleh semakin menurun. Hasil penelitian suhu titik leleh gelatin kepala ayam broiler yang berkisar antara 27,75°C hingga 30,5°C, sudah masuk dalam kisaran standar (*Food Chemical Codex* 1996) pada suhu <35°C produk telah meleleh dan mencair dalam mulut.

### Uji Titik Gel

Titik gel adalah titik suhu larutan gelatin mulai berubah menjadi bentuk gel. Hasil analisis ANOVA diperoleh bahwa hasil perbedaan konsentrasi larutan asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) berpengaruh nyata pada hasil titik gel gelatin kepala ayam broiler ( $p < 0,05$ ). Hasil uji DMRT ( $\alpha = 0,05\%$ ) menunjukkan bahwa sampel perlakuan 2% dan 4% tidak berbeda nyata, tetapi dengan perlakuan 6% berbeda nyata. Hasil titik gel gelatin dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Titik gel gelatin kepala ayam broiler

Data hasil pengujian titik gel gelatin dengan pengaruh perbedaan konsentrasi asamasetat berkisar antara 13,75°C hingga 16,75°C. Hasil analisis menunjukkan bahwa suhu titik gel dan titik leleh sebanding; jika suhu titik gel lebih rendah, titik leleh gelatin juga lebih rendah (Trilaksani *et al.*, 2012). Suhu titik gel menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi asam asetat. Penggunaan asam asetat yang tinggi menimbulkan interaksi antara asam asetat dengan kolagen semakin besar dan mengalami denaturasi, yang berarti rantai kolagen menjadi lebih pendek daripada kolagen dengan konsentrasi asam yang rendah (Fatimah & Jannah, 2012). Menurunnya suhu titik leleh gelatin disebabkan apabila jumlah asam amino semakin sedikit, sehingga berdampak pada berkurangnya ikatan hidrogen pada gelatin (Wardhani *et al.*, 2017). Selain itu, titik gel dipengaruhi oleh kadar protein yaitu asam amino prolin dan hidroksiprolin (Nurilmala, 2004). Dengan rendahnya kandungan



tersebut maka akan mempercepat gelatin untuk meleleh dan menurunkan kualitas gelatin (Hasdar & Rahmawati, 2016). Dari hasil pengujian titik gel menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi asam asetat berpengaruh terhadap menurunnya suhu titik gel gelatin kepala ayam broiler. Hasil ini sesuai dengan penelitian (Jaziri *et al.*, 2019) yang melaporkan adanya penurunan seiring dengan meningkatnya konsentrasi asam asetat. Dengan suhu titik gel gelatin kepala ayam broiler yang berkisar antara 13,75°C hingga 16,75°C, masih berada dibawah suhu titik gel gelatin komersial yaitu 19,5°C.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan perlakuan konsentrasi asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) yang berbeda memiliki pengaruh signifikan atas kualitas gelatin kepala ayam broiler pada parameter uji rendemen, kadar air, kadar abu, pH, viskositas, kekuatan gel, titik leleh dan titik gel. Sementara untuk parameter uji kekuatan gel perlakuan konsentrasi asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil gelatin kepala ayam broiler.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada hibah penelitian ltera tahun 2024 dengan nomor kontrak 1539bn/IT9.2.1/PT.01.03/2024 pada program penelitian dosen pemula.

## DAFTAR PUSTAKA

- Association of Official Analytical Chemist. 2005. Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist. Association of Official Analytical Chemist.
- Astawan, M., Hariyadi, P., & Mulyani, A. 2002. Analisis Sifat Reologi Gelatin Dari Kulit Ikan Cucut. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 13(1): 38–46. <https://doi.org/http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/29851>.
- Ata, S. T. W., Yulianty, R., Sami, F. J., & Ramli, N. 2016. Isolasi Kolagen Dari Kulit Dan Tulang Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*). *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Science*: 1(1), 27–30. <https://www.jpms-stifa.com/index.php/jpms/article/view/9>
- Azara, R. 2017. Pembuatan dan Analisis Sifat Fisikokimia Gelatin dari Limbah Kulit Ikan Kerapu (*Ephinephelus Sp.*). *Jurnal Rekapangan*, 11(1): 62–69.
- Badan Pusat Statistik. 2022. Data Populasi Ayam Ras Pedaging. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/indicator/24/478/1/populasi-ayam-ras-pedaging-menurut-provinsi.html>
- Chamidah, A. dan E. C. 2002. Pengaruh Pengolahan Terhadap Kualitas Gelatin Kulit Ikan Hiu. <https://doi.org/ISBN : 979-95249-6-2>
- Dari, K., Ikan, S., & Sp, J. H. 2019. *Jurnal Research Ilmu Pertanian Pengaruh Konsentrasi Asam Asetat Terhadap Karakteristik*: 173–182.
- Du, L., Khiari, Z., Pietrasik, Z., & Betti, M. 2013. Physicochemical and functional properties of gelatins extracted



- from turkey and chicken heads. *Poultry Science*, 92(9): 2463–2474. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03161>
- Fatimah, D., & Jannah, A. 2012. Efektivitas Penggunaan Asam Sitrat Dalam Pembuatan Gelatin Tulang Ikan Bandeng (*Chanos-Chanos Forskal*). *Alchemy*. <https://doi.org/10.18860/al.v0i0.1663>
- Fauziyyah, P., Yusasrini, N. L. A., Putu, L., & Darmayanti, T. 2017. Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Asetat dan Lama Perendaman Terhadap Karakteristik Gelatin Kulit Ikan Mahi-Mahi (*Coryphaena hippurus*). *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian AGROTECHNO*, 2(2): 248–257.
- Gelatin Manufactures Institute of Amarica. 2012. *Gelatin (Aquarium F)*. TFH Publications.
- Gomez-Guillen, M. C., Gimenez, B., Lopez-Caballero, M. A., & Montero, M. P. 2011. Functional and Bioactive Properties of Collagen and Gelatin for alternative sources: A review. *Food Hydrocolloids*. 25 (8): 813-1827. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.02.007>.
- Gunawan, F., & Suptijah, P. 2017. Ekstraksi dan Karakterisasi Gelatin Kulit Ikan Tenggiri (*Scomberomorus commersonii*) Dari Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*: 568–581.
- Hao, S., Li, L., Yang, X., Cen, J., Shi, H., Bo, Q., He, & J. 2009. The characteristics of gelatin extracted from sturgeon (*Acipenser baeri*) skin using various pretreatments. *Food Chemistry*, 115: 124–128.
- Hasdar, M. 2012. Karakteristik Edible Film yang Diproduksi dari Kombinasi Gelatin Kulit Kaki Ayam dan Soy Protein Isolate. Universitas Gadjah Mada.
- Hasdar, M., & Rahmawati, Y. D. 2016. Nilai pH, Titik Leleh dan Viskositas Pada Gelatin Kulit Domba Asal Brebes yang Dikatalis Berbagai Konsentrasi NaOH. *Jurnal Poltegal*, 5(2): 98–102. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30591/pjif.v5i2.387>.
- Hermanto, S., Hudzaifah, M. R., & Muawanah, A. 2014. Karakteristik Fisikokimia Gelatin Kulit Ikan Sapu-sapu Hasil Ekstraksi Asam. *Jurnal Kimia Valensi*, 4(2): 109–120.
- Islami, A., Junianto, & Rostika, R. 2018. Karakteristik Fisik dan Kimia Gelatin Kulit Kakap pada Hasil Ekstraksi Suhu yang Berbeda. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 9(2): 34–40.
- Jannah, A., Maunatin, A., Windayanti, A., Findianti, Y., & Mufidah, Z. 2013. Isolasi dan Karakterisasi Gelatin Dari Tulang Ayam Dengan Metode Asam. *Alchemy*, 2(3): 150–204.
- Jaziri, A. A., Muyasyaroh, H., & Firdaus, M. 2019. Karakteristik Fisikokimia Gelatin Kulit Ikan Ayam-Ayam (*Abaliste stellaris*) Dengan Pra-Perlakuan Konsentrasi Asam Sitrat. *Buana Sains*, 19(1): 1. <https://doi.org/10.33366/bs.v19i1.1522>
- Karangan, J., Sugeng, B., & Sulardi, S. 2019. Uji Keasaman Air Dengan Alat Sensor pH di STT Migas Balikpapan. *Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 2(1): 65–72. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31602/jk.v2i1.2065>
- Khirzin, M. H., Ton, S., & Fatkhurrohman, F. 2019. Ekstraksi dan Karakterisasi Gelatin Tulang Itik Menggunakan Metode Ekstraksi Asam. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 14(2): 119–127. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.14.2.119-127>
- Leiner & Davis. 2000. *Leiner Davis Gelatin. A Goodman Fielder Company*.
- Lombu FV, Agustin AT, P. E. 2015. Pemberian konsentrasi asam asetat pada mutu gelatin kulit ikan tuna. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*, 2(3): 25–28. <https://doi.org/https://doi.org/10.35800/mthp.3.2.2015.9216>.
- Mariod, A. A. 2013. Insect Oil Protein: Biochemistry, Food and Other Uses: Review. *Journal Agricultur Sciences*, 19(9B): 78–80.
- Mariod, A. A., & Adam, H. F. 2013. Review: Gelatin, Source, Extraction And Industrial Applications. *Acta Sci. Pol.*



Technol. Aliment, 12(2): 135–147.

- Maulida, R. 2011. Ekstraksi Gelatin Dari Tulang Ikan Tenggiri dengan Variasi Konsentrasi HCl. Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- Nofiandi, D., W.E., S., & Z.D., D. 2022. Pengaruh Lama Perendaman Dengan Asam Belimbing Wuluh Terhadap Karakter Isolat Gelatin Dari Ceker Ayam Broiler. Jurnal Katalisator, 7(1): 18–28. <http://doi.org/10.22216/jk.v5i2.5717>
- Nurilmala, M. 2004. Kajian Potensi Limbah Tulang Ikan Keras (*Teleostei*) sebagai Sumber Gelatin dan Analisis Karakterisasi. IPB, Bogor.
- Nurilmala, M., Nasirullah, M. T., Nurhayati, T., & Darmawan, N. 2021. Karakteristik Fisik-Kimia Gelatin dari Kulit Ikan Patin, Ikan Nila, dan Ikan Tuna. Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada, 23(1): 71. <https://doi.org/10.22146/jfs.59960>
- Pantow, I. M., Sompie, M., Mirah, A. D., & Karisoh, L. C. M. 2015. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Larutan Asam Asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) Terhadap Karakteristik Gelatin Kulit Kaki Ayam. Zootec, 35(2): 23. <https://doi.org/10.35792/zot.36.1.2016.9348>
- Yenti, R., D, Nofiandi., & Rosmaini. 2015. Pengaruh Beberapa Jenis Larutan Asam Pada Pembuatan Gelatin Dari Kulit Ikan Sepat Rawa (*Trichogaster trichopterus*) 30 Kering Sebagai Gelatin Alternatif. Scientia Jurnal Farmasi Dan Kesehatan, 5(2): 114–121. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.36434/scientia.v5i2.32>
- Rahayu, F., & Fithriyah, N. H. 2015. Pengaruh Waktu Ekstraksi Terhadap Rendemen Gelatin Dari Tulang Ikan Nila Merah. Seminar Nasional Sains Dan Teknologi: 1–6.
- Sari, D. K. 2017. Produksi gelatin halal dari kulit kaki ayam dengan penghilangan lemak berbeda dan aplikasinya pada es krim.[Tesis]. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- SNI 8622:2018. Gelatin Ikan. Badan Standardisasi Nasional.
- Stainsby, G. 1997. The Gelatin and The Sol-Gel Transformation. Dalam : Ward, A.G. dan Courts, A. (eds.). In The Science and Technology of Gelatin: (109–165). Academic Press.
- Standard, B. 1975. Methods For Sampling and Testing Gelatine (Physical and Chemical Methods) (3rd ed.). British Standards Institution.
- Steel dan Torrie. 1993. *Principle and Procedure Of Statisticks (McGraw Hil)*.
- Suliasih, N., Sutrisno, A. D., & Respatyana, N. 2020. Variasi Waktu Ekastraksi dan Jenis Asam Pada Proses Produksi Gelatin Tulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). 7(2): 65-69. <https://doi.org/10.23969/pftj.v7i2.2982>
- T, S., Kirkpatrick, A., Brodsky, B., J.A.M., & Ramshaw. 2005. Effect of deamidation on stability for the collagen to gelatin transition. Journal Agricultural and Food Chemistry, 53: 7802–78096.
- Trilaksani, W., Mala, N., & Ima, H. S. 2012. Ekstraksi Gelatin Kulit Ikan Kakap Merah (*Lutjanus Sp.*) dengan Proses Perlakuan Asam. Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia. 15(3). <https://doi.org/10.17844/jphpi.v15i3.21436>
- Ulfah, M. 2011. Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Asetat Dan Lama Waktu Perendaman Terhadap Sifat-Sifat Gelatin Ceker Ayam. Agritech, 31(3): 161–167.
- Ulupi, N., Nuraini, H., Parulian, J., & Kusuma, S. Q. 2018. Karakteristik Karkas dan Non Karkas Ayam Broiler Jantan dan Betina pada Umur Pematangan 30 Hari. Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan, 6(1): 1–5. <https://doi.org/10.29244/jipthp.6.1.1-5>



- UNCT (United Nations Commodity Trade). 2019. *Statistics Database*. <https://comtrade.un.org/>
- Usman, S., Sugiarto, S., & Syahrir, S. 2022. Substitusi Tepung Ikan Menggunakan Tepung Kepala Ayam Terhadap Performa Pertumbuhan Ayam Pedaging. Prosiding Seminar, Ensminger: 14–15. <http://jnp.fapet.unsoed.ac.id/index.php/psv/article/view/1740>
- Wardhani, D. H., Rahmawati, E., Arifin, G. T., & Cahyono, H. 2017. Characteristics Of Demineralized Gelatin From Lizardfish (*Saurida spp.*) Scalish using NaOH-NaCl Solution. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 6(2): 132–142. <https://doi.org/10.15294/jbat.v6i2.9621>
- Widyasari, R., & Rawdkuen, S. 2014. Extraction and Characterization of Gelatin From Chicken Feet by acid and ultrasound assisted extraction. *Food and Applied Bioscience Journal*. 2 (1): 83-95.