

PENGARUH JENIS PELARUT DAN SUHU EKSTRAKSI KAKI AYAM TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA GELATIN YANG DIHASILKAN

(Effect of Solvent Type and Extraction Temperature of Chicken Leg on The Physical and Chemical Characteristic Producted Gelatine)

Hadijah Siregar^{1,2)}, Sentosa Ginting¹⁾, Lasma Nora Limbong¹⁾

¹⁾ Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian USU Medan
Jl. Prof. A. Sofyan No. 3 Medan Kampus USU Medan

²⁾ e-mail : deesiregar92@gmail.com

Diterima tanggal : 24 Januari 2015 / Disetujui tanggal 30 Januari 2015

ABSTRACT

The aim of this research was to find the effect of solvent type and extraction temperature of chicken leg on the physical and chemical characteristic producted gelatine. The research was using completely randomized design with two factors, i.e solvent type (P): (acetic acid, chloride acid, and sulfuric acid) and extraction temperature (S) : (50 °C, 60 °C, 70 °C, and 80 °C). Parameters analyzed were yield, moisture content, ash content, protein content, pH, color and flavor. The results showed that solvent type had highly significant effect on yield, moisture content, ash content, protein content, pH, and color. The extraction temperature had highly significant effect on moisture content, ash content, color, and flavor. Interaction of the two factors had significant effect on moisture content, ash content and color. The sulfuric acid solution and extraction temperature 60 °C produced the best chicken leg gelatine.

Keywords : Chicken leg, extraction temperature, gelatine, solvent type.

PENDAHULUAN

Gelatin memiliki peranan penting dalam industri pangan maupun non pangan. Pembuatan permen, krim, karamel, selai, yoghurt, susu olahan, sosis, jelly, es krim, dan coklat merupakan produk pangan dengan penambahan gelatin. Di industri farmasi gelatin digunakan untuk bahan baku pembuatan kapsul, pelapis vitamin, dan tablet. Industri non pangan yang biasa menggunakan gelatin antara lain adalah industri fotografi yang berfungsi sebagai pengikat bahan peka cahaya, industri kertas berfungsi sebagai *sizing paper*, industri kosmetik berfungsi sebagai bahan sabun, *lotion*, dan produk kosmetik lainnya. Penggunaan gelatin yang luas ini berhubungan dengan fungsinya sebagai bahan penstabil, pembentuk gel, pengikat, pengental, pengemulsi, perekat, pembungkus makanan pada industri pangan.

Penggunaan gelatin yang sangat luas membuat permintaan gelatin tinggi dan untuk memenuhi permintaan gelatin, Indonesia mengimpor gelatin karena di Indonesia belum ada perusahaan yang memproduksi gelatin. Indonesia mengimpor gelatin dari negara-negara seperti, Perancis, Jepang, India, Brazil, Jerman,

China, Argentina, dan Australia. Salah satu bahan baku gelatin adalah kaki ayam.

Populasi ayam di Indonesia sangat tinggi dibandingkan hewan lainnya. Hal ini juga tidak lepas dari penduduk Indonesia yang lebih menyukai daging ayam, selain itu karena harga daging ayam yang lebih murah bila dibandingkan dengan harga daging sapi. Pengolahan ayam mempunyai potensi sangat besar bagi industri hilir, seperti makanan olahan, termasuk restoran waralaba cepat saji (*fast food*) di Indonesia. Tingginya konsumsi daging ayam akan menghasilkan kaki ayam yang tinggi juga.

Kolagen tulang atau kulit hewan seperti, sapi dan babi merupakan sumber bahan baku gelatin. Sekitar 50% produksi gelatin di dunia menggunakan kulit babi (Republika, 2009). Hal ini menimbulkan masalah penggunaan kolagen di Indonesia karena mayoritas penduduk Indonesia memeluk agama Islam, babi dan produk olahan babi tidak boleh dikonsumsi. Pembuatan gelatin dari kolagen sapi memerlukan waktu yang lebih lama dan biaya yang lebih mahal karena memerlukan air pencuci atau penetral yang lebih banyak. Oleh karena itu, diperlukan adanya sumber bahan baku gelatin dari hewan lain yang prosesnya singkat dan biayanya murah sebagai

alternatif untuk pembuatan gelatin yang dapat dibuat dari kolagen kaki ayam.

Komponen kaki ayam (*sank*) terdiri atas kulit, tulang, otot, dan kolagen. Kulit kaki ayam yang memiliki komposisi kimia yaitu kadar air 61,9%, protein 22,98%, lemak 1,6%, abu 3,49%, dan karbohidrat 2,03% (Purnomo, 1992). Tulang kaki ayam terdiri dari bahan anorganik sebanyak 75% dan organik 25%. Kolagen banyak mengandung asam amino prolin dan hidroksiprolin, serta arginin. Ketiga jenis asam amino tersebut merupakan asam-asam amino penyusun jaringan kuat (Koswara, 2009).

Ada beberapa hal yang mempengaruhi kualitas gelatin seperti larutan untuk proses *curing*, suhu, waktu, pengadukan dan viskositas. *Curing* dapat dilakukan dengan menggunakan larutan asam atau larutan basa. Proses *curing* dengan larutan asam membutuhkan waktu yang singkat dan rendemen yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan larutan basa. Jenis larutan asam yang digunakan bervariasi, baik larutan asam organik maupun anorganik. Penggunaan suhu ekstraksi juga merupakan hal yang mempengaruhi gelatin yang dihasilkan. Ekstraksi dapat dilakukan pada suhu 50-100 °C (Huda, dkk., 2013). Penggunaan suhu yang lebih dari 95 °C dapat menurunkan sifat-sifat gelatin (Retno, 2012). Hal inilah yang mendasari penulis untuk melakukan penelitian ini.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis pelarut dan suhu ekstraksi terhadap karakteristik fisik dan kimia gelatin kaki ayam, serta untuk mengetahui kombinasi perlakuan terbaik antara jenis pelarut dan suhu ekstraksi, sehingga dihasilkan gelatin kaki ayam dengan karakteristik fisik dan kimia yang terbaik.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kaki ayam yang diperoleh dari pasar tradisional. Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah asam asetat, asam klorida, asam sulfat, dan bahan untuk analisa kadar protein. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah *hot plate*, oven, tanur, tabung Kjeldhal, pH meter, cawan aluminium, cawan porselin, desikator, timbangan analitik, loyang, dan alat gelas.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), yang terdiri dari dua faktor, yaitu faktor I : jenis pelarut (P_1 = asam asetat, P_2 = asam klorida, dan P_3 = asam sulfat) dan faktor II : suhu ekstraksi (S_1 = 50 °C, S_2 = 60 °C, S_3 = 70 °C, dan S_4 = 80 °C)

Pembuatan Gelatin

Degreasing

Tahap pertama yang dilakukan dalam proses pembuatan gelatin adalah persiapan bahan baku. Bahan baku yang digunakan adalah kaki ayam. Tahap persiapan, dilakukan dengan proses pencucian atau pembersihan kaki ayam dari kotoran. Selanjutnya kaki ayam ditiriskan dan dipotong dengan ukuran 2-3 cm (*size reduction*) untuk memperluas permukaan kemudian dilakukan pemanasan di dalam air mendidih selama 15 menit (Huda, dkk., 2013).

Curing

Fase *curing* dilakukan dengan merendam bahan baku dalam kondisi tertentu dengan tujuan untuk mendenaturasi asam-asam amino penyusun molekul kolagen sehingga dalam proses ekstraksi (hidrolisa) ikatan kimia yang terlibat dalam struktur protein kolagen akan mudah mengalami proses pelarutan (*solubilisasi*) (Abustam, dkk., 2008). *Curing* pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tiga jenis pelarut yaitu asam asetat, asam klorida, dan asam sulfat masing-masing dengan konsentrasi 0,5 N dengan perbandingan antara kaki ayam dan pelarut yaitu 1:2. *Curing* dilakukan dengan perendaman dalam wadah plastik tahan asam selama 24 jam, setelah proses *curing* selesai dicuci dengan air sampai pHnya netral (6-7) (Junianto, dkk., 2006).

Ekstraksi/Hidrolisa

Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan air panas, dimana pada proses ini terjadi proses denaturasi kolagen yang ada dalam kaki ayam, peningkatan hidrolisis, dan kelarutan gelatin. Kaki ayam yang telah netral dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan ditambahkan akuades, dengan perbandingan kaki ayam dengan akuades adalah 1:2 (b/v) (Huda, 2013). Ekstraksi dilakukan dengan terbuka pada suhu sesuai taraf percobaan yaitu 50 °C, 60 °C, 70 °C, dan 80 °C selama 3 jam. Kemudian hasil ekstraksi selanjutnya disaring dalam keadaan masih panas sehingga diperoleh gelatin cair (Abustam, dkk., 2008).

Pengeringan dan Penggilingan

Gelatin cair yang telah didinginkan dituangkan ke dalam loyang aluminium yang dialasi plastik kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 48 jam. Gelatin yang telah kering digiling untuk menghasilkan bubuk gelatin (Abustam, dkk., 2008).

Variabel mutu yang diamati adalah rendemen Metode AOAC, 1995), kadar air

(Metode AOAC, 1995), kadar abu (Sudarmadji, dkk., 1997), kadar protein (AOAC, 1995 dengan modifikasi), nilai pH (British Standard 757 1975), organoleptik warna (skor) (skala 1: coklat, skala 2: coklat kekuningan, skala 3: kuning keputihan, skala 4: putih kekuningan, skala 5: putih), organoleptik aroma (skor) (skala 1: sangat bau, skala 2: bau, skala 3: agak tidak bau, skala 4: tidak bau, skala 5: sangat tidak bau) (Soekarto, 2008).

Analisa data

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor, yaitu jenis pelarut yang dilambangkan dengan P sebagai faktor I dengan 3 jenis perlakuan yaitu P₁ = asam asetat, P₂ = asam klorida, dan P₃ = asam sulfat dengan konsentrasi

0,5 N. Faktor II adalah suhu ekstraksi (S) dengan 4 jenis perlakuan yaitu S₁ = 50 °C, S₂ = 60 °C, S₃ = 70 °C, dan S₄ = 80 °C. Setiap perlakuan dibuat dalam 3 ulangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan uji ragam (*Analysis of variance*) untuk melihat adanya perbedaan nyata dalam data. Jika dalam data tersebut terdapat perbedaan nyata, maka dilanjutkan dengan uji LSR (*Least Significant Range*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis pelarut dan suhu ekstraksi memberikan pengaruh terhadap parameter yang diamati seperti yang terlihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Pengaruh jenis pelarut terhadap parameter

Parameter	Jenis Pelarut (P)		
	P ₁ (Asam asetat)	P ₂ (Asam klorida)	P ₃ (Asam sulfat)
Rendemen (%)	4,45 ^{cc}	6,62 ^{bb}	7,47 ^{aa}
Kadar air (% bk)	9,03 ^{aa}	6,23 ^{bb}	5,92 ^{cc}
Kadar abu (% bk)	2,51 ^{aa}	1,39 ^{cc}	2,09 ^{bb}
Kadar protein (% bk)	78,98 ^{bb}	82,01 ^{aa}	82,36 ^{aa}
Nilai pH	5,35 ^{aa}	3,35 ^{bb}	4,22 ^{cc}
Organoleptik warna (skor)	4,36 ^{aa}	2,10 ^{cc}	3,59 ^{bb}
Organoleptik aroma (skor)	3,03 ^{aa}	3,05 ^{aa}	2,99 ^{aa}

Keterangan : Notasi huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar)

Tabel 2. Pengaruh suhu ekstraksi terhadap parameter

Parameter	Suhu Ekstraksi (S)			
	S ₁ = 50 °C	S ₂ = 60 °C	S ₃ = 70 °C	S ₄ = 80 °C
Rendemen (%)	5,99 ^{abA}	6,39 ^{abA}	6,13 ^{abA}	6,21 ^{abA}
Kadar air (% bk)	9,44 ^{aa}	7,91 ^{bb}	6,44 ^{cc}	4,44 ^{dd}
Kadar abu (% bk)	2,46 ^{aa}	2,17 ^{bb}	1,79 ^{cc}	1,57 ^{dd}
Kadar protein (% bk)	80,49 ^{ba}	80,59 ^{ba}	82,79 ^{aa}	80,59 ^{aa}
Nilai pH	4,30 ^{aa}	4,31 ^{aa}	4,32 ^{aa}	4,29 ^{aa}
Organoleptik warna (skor)	3,60 ^{aa}	3,38 ^{ba}	3,35 ^{ba}	3,07 ^{cb}
Organoleptik aroma (skor)	3,22 ^{aa}	3,09 ^{aa}	2,95 ^{aa}	2,83 ^{abB}

Keterangan : Notasi huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar)

Rendemen

Jenis pelarut memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap rendemen gelatin kaki ayam (Tabel 1). Pelarut asam sulfat menghasilkan persentase rendemen tertinggi dibandingkan pelarut yang lain karena kemampuan asam sulfat dalam menghidrolisis heliks kolagen untuk menjadi kolagen lebih efektif dibandingkan pelarut lain. Menurut Huda, dkk. (2013) asam akan beraksi dengan kalsium di dalam matriks tulang sehingga garam kalsium pada tulang larut yang mengakibatkan kolagen sebagai pengikat kalsium dalam tulang lepas.

Semakin kuat asam suatu pelarut (nilai pH rendah) maka jumlah kolagen yang terurai semakin banyak.

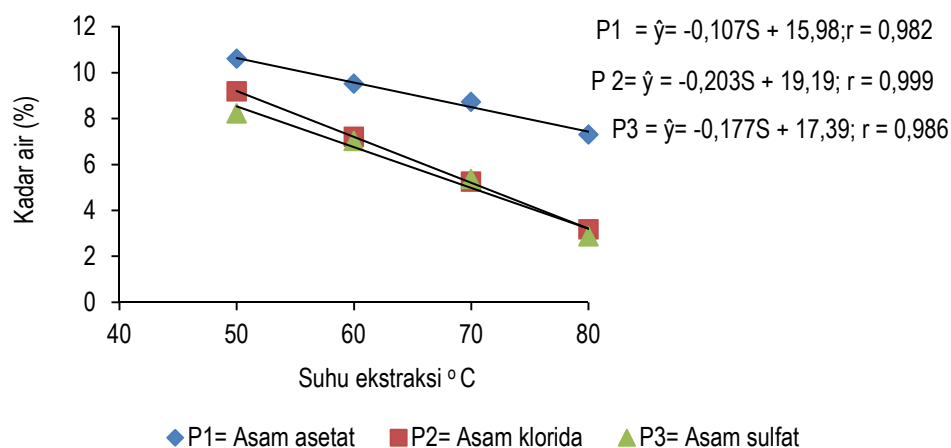
Penggunaan asam yang terlalu kuat menjadikan kolagen yang tersusun oleh peptida-peptida asam amino yang merupakan struktur utama pembentuk kolagen terdenaturasi lebih lanjut. Terdenaturasinya penyusun kolagen menyebabkan bahan penyusun ikut terbuang pada proses pencucian *ossein* (tulang lunak) sehingga rendemen yang dihasilkan menurun (Mulyani, dkk., 2012). Hal inilah yang menyebabkan rendemen pada perendaman

dengan asam klorida lebih rendah dibandingkan asam sulfat walaupun asam klorida lebih kuat dibandingkan asam sulfat. Penggunaan asam asetat menghasilkan rendemen yang rendah disebabkan karena kemampuan asam asetat untuk memutus ikatan peptida kolagen yang kurang kuat sehingga rendemen yang dihasilkan rendah.

Kadar air

Tabel 1 dan 2 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) pada kadar air gelatin kaki ayam. Pengaruh jenis pelarut dan suhu ekstraksi terhadap kadar air gelatin dapat dilihat pada Gambar 1. Penggunaan asam sulfat dan semakin tinggi suhu maka kadar air yang diperoleh semakin rendah. Hal ini disebabkan Penggunaan asam yang terlalu kuat mengakibatkan reaksi berjalan

dengan cepat sehingga ikatan peptida yang terputus lebih banyak sehingga air bebas yang tersedia juga lebih banyak yang mengakibatkan kadar air menurun. Penggunaan asam asetat mengakibatkan reaksi berjalan lambat sehingga ikatan peptida yang terputus tidak banyak sehingga air bebas yang tersedia lebih sedikit dan tingginya suhu mengakibatkan reaksi berjalan dengan cepat sehingga air banyak yang menguap. Protein mempunyai kemampuan untuk mengikat air secara kimiawi sehingga air bebas yang tersedia sedikit (Oktaviani, 2009). Semakin tinggi suhu maka ikatan hidrogen terputus dan terbentuk lagi dengan cepat, yang menyebabkan tumbukan antar molekul air akan berjalan semakin cepat dan menyebabkan terjadinya penguapan air (Winarno, 1991).



Gambar 1. Pengaruh jenis pelarut dan suhu ekstraksi terhadap kadar air gelatin (%)

Kadar Abu

Tabel 1 dan 2 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) pada kadar air gelatin kaki ayam. Hubungan pengaruh jenis pelarut dan suhu ekstraksi terhadap kadar air gelatin (Gambar 2). Semakin kuat asam yang digunakan dan semakin tinggi suhu ekstraksi maka kadar abu yang diperoleh semakin rendah. Hal ini dikarenakan semakin kuat asam dan semakin tinggi suhu maka jumlah mineral yang terdapat pada *ossein* semakin rendah. Pelarut asam melarutkan kalsium dalam tulang menjadi ion Ca^{+} yang akan larut dalam pelarut sehingga jumlah mineral yang terdapat pada *ossein* berkurang (Mulyani, dkk., 2012). Penggunaan suhu yang tinggi menyebabkan protein terdenaturasi sehingga ikatan kimia protein rusak yang menyebabkan ikatan terhadap mineral tidak kuat (Poedjadi dan Supriyanti, 2006).

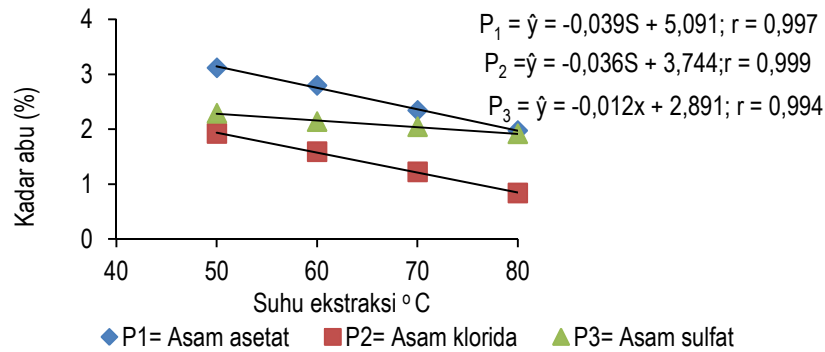
Kadar protein

Jenis pelarut memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar protein (Tabel 1). Sementara itu suhu ekstraksi memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($P > 0,01$) terhadap kadar protein (Tabel 2). Kadar protein tertinggi diperoleh pada perlakuan P₂ (asam klorida) yaitu 82,36% dan terendah diperoleh pada perlakuan P₁ (asam asetat) yaitu 78,98%. Penggunaan asam klorida pada proses *curing* menghasilkan kadar protein yang lebih rendah di bandingkan penggunaan asam sulfat dikarenakan semakin kuat asam yang digunakan maka molekul asam akan berikatan dengan molekul kalsium fosfat dalam tulang semakin besar yang mengakibatkan rusaknya struktur penyusun protein. Menurut Mulyani, dkk. (2012) kemampuan jenis asam yang digunakan dalam proses *curing* dalam menghidrolisis kolagen akan berpengaruh pada kadar protein yang dihasilkan, karena protein akan mengalami perubahan pada

struktur penyusun protein, kuatnya asam dapat merusak struktur dari protein kolagen, sehingga kadar protein akan menurun.

Proses *curing* dengan asam asetat menghasilkan kadar protein paling rendah di bandingkan asam klorida dan asam sulfat karena

pemutusan ikatan hidrogen kolagen pada proses *curing* dengan asam asetat belum optimal. Menurut Astawan dan Aviana (2003) kadar protein dipengaruhi oleh proses *curing*. karena pada proses ini terjadi reaksi pemutusan ikatan hidrogen.



Gambar 2. Hubungan jenis pelarut dan suhu ekstraksi dengan kadar abu gelatin (%)

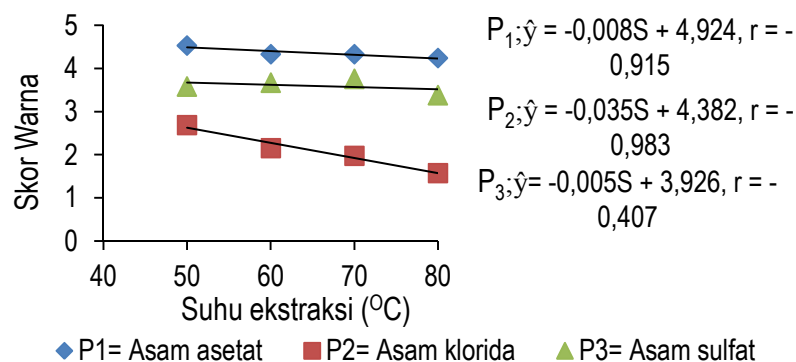
Nilai pH

Jenis pelarut memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai pH (Tabel 1). Sementara itu suhu ekstraksi memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai pH (Tabel 2 Nilai pH tertinggi diperoleh pada perlakuan P_1 (asam asetat) yaitu 5,35 dan nilai pH terendah diperoleh pada perlakuan P_2 yaitu 3,35.

Semakin kuat jenis asam yang digunakan untuk proses *curing* maka nilai pH semakin rendah. Hal ini dikarenakan nilai pH gelatin dipengaruhi oleh jenis larutan *curing* (Astawan dan Aviani, 2003). Larutan *curing* asam kuat mempunyai nilai pH rendah dan untuk asam lemah mempunyai nilai pH tinggi.

Skor Warna

Jenis pelarut dan suhu ekstraksi memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap organoleptik warna (skor) (Tabel 1 dan 2). Hubungan pengaruh jenis pelarut dan suhu ekstraksi terhadap organoleptik warna (skor) (Gambar 3). Semakin kuat pelarut yang digunakan maka warna yang diperoleh coklat kekuningan sampai coklat. Hal ini dikarenakan pelarut yang digunakan mempunyai pH yang berbeda dan semakin tinggi suhu yang digunakan maka reaksi berjalan dengan cepat sehingga warna gelatin yang dihasilkan berwarna coklat kekuningan sampai coklat. Pelarut asam asetat memiliki pH yang lebih rendah dibandingkan dengan pelarut asam klorida dan asam sulfat (Khiari, 2011). Menurut Retno (2012) semakin tinggi suhu maka reaksi akan semakin cepat dan warna gelatin yang dihasilkan semakin gelap karena adanya kerusakan pada kolagen.



Gambar 3. Hubungan jenis pelarut dan suhu ekstraksi dengan organoleptik warna (skor) gelatin

Skor Aroma

Jenis pelarut memberikan pengaruh berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap skor aroma (Tabel 1) sedangkan suhu ekstraksi memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap skor aroma (skor) (Tabel 2). Rendahnya nilai aroma gelatin yang dihasilkan karena masih adanya aroma bau amis dari kaki ayam dan aroma asam sisa dari proses *curing* sehingga aroma gelatin jadi berbau. Hal ini sesuai dengan pernyataan Setiawati (2009) yang menyatakan bahwa rendahnya penilaian panelis terhadap aroma gelatin karena masih adanya sisa bau amis dari bahan yang digunakan dan juga bau asam dari proses *curing*. Semakin tinggi suhu ekstraksi yang digunakan maka aroma gelatin yang dihasilkan semakin berbau kurang disukai panelis. Hal ini dikarenakan suhu tinggi menyebabkan tulang kaki ayam yang diekstraksi menghasilkan bau yang kurang disukai panelis karena terdenaturasinya protein akibat pemanasan. Menurut Poedjadi dan Supriyanti (2006) bahwa protein akan mengalami denaturasi apabila dipanaskan pada suhu lebih dari 50 °C.

KESIMPULAN

1. Jenis pelarut memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap rendemen, kadar air, kadar abu, kadar protein, nilai pH, dan organoleptik warna (skor), serta memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) dengan organoleptik aroma (skor). Penggunaan asam sulfat menghasilkan rendemen tertinggi dan kadar protein tertinggi serta menurunkan kadar air.
2. Suhu ekstraksi memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar air, kadar abu, nilai skor warna, dan organoleptik aroma (skor), serta memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) dengan kadar protein dan nilai pH. Semakin tinggi suhu maka rendemen semakin tinggi dan kadar air, kadar abu, organoleptik warna dan aroma semakin rendah.
3. Interaksi antara jenis pelarut dan suhu ekstraksi memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar air, kadar abu, dan organoleptik warna serta berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap rendemen, kadar protein, nilai pH, dan organoleptik aroma (skor).
4. Dari hasil penelitian yang dilakukan semua gelatin kaki ayam dihasilkan memenuhi

standar mutu SNI yaitu berdasarkan parameter kadar air, kadar abu, warna, dan aroma dan diperoleh hasil terbaik dengan menggunakan pelarut asam sulfat dan suhu 60 °C, hal ini didasarkan satandar mutu SNI dan rendemen yang dihasilkan lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Abustam, E., H.M. Ali, M. I. Said, dan J. C. H. Likadja, 2008. Sifat fisik gelatin kulit kaki ayam melalui proses denaturasi asam, alkali, dan enzim. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. UNHAS, Makassar.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of The Association of Analytical Chemists, Washington D.C.
- Astawan, M dan T. Aviana, 2003. Pengaruh jenis pelarut perendam serta metode pengeringan terhadap sifat fisik, kimia dan fungsional gelatin dari kulit cucut. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. XIV(1): 7-13. IPB, Bogor.
- Bennion, M dan B. Scheule, 2004. Introductory Foods. Pearson Education, New Jersey.
- British Standards (BS Standart), 1975. Methods at Testing Small Clear Speciment. at Timber BS Institute, London.
- Huda, W. N., W. Atmaka, dan E. Nurhartadi, 2013. Kajian karakteristik fisik dan kimia gelatin ekstrak kaki ayam (*Gallus gallus bankiva*) dengan variasi lama perendaman dan konsentrasi asam. Jurnal Teknosains Pangan. 2(3): 70-75. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Junianto, K. Haetami, dan I. Maulina, 2006. Produksi gelatin dari tulang ikan dan pemanfaatannya sebagai bahan dasar pembuatan cangkang kapsul. Laporan Penelitian Hibah Bersaing IV Tahun I. UNPAD, Bandung.
- Khiari, Z., D. Rico, A. B. M. Diana, dan C. B. Ryan, 2011. The extraction of gelatin from mackerel (*Scomber scombrus*) heads with the use of different organic acids. Journal Fisheries Sciences. 5(1) :52-63. DIT, Dublin.
- Koswara, S. 2009. Pengolahan Unggas. Ebook.

- Miskah, S., Indri M. R., Ahti F. H, 2010. Pengaruh konsentrasi CH_3COOH dan HCl sebagai pelarut dan waktu perendaman pada pembuatan gelatin berbahan baku tulang/kulit kaki ayam. Jurnal Teknik Kimia:1:17 UNSRI, Palembang.
- Mulyani, T., Sudaryanti, dan S. F. Rahmawati, 2012. Hidrolisis gelatin tulang ikan kakap menggunakan larutan asam. Fakultas Teknologi Industri, UPN, Jakarta.
- Oktaviana, D. 2009. Pengaruh pemberian ampas virgin coconut oil dalam ransum terhadap performan, produksi karkas, perlemakan, antibodi, dan mikroskopik otot serta organ pencernaan ayam broiler. Tesis. Fakultas Peternakan UGM, Yogyakarta.
- Poejiadi A, dan T. Supriyanti, 2006. Dasar-Dasar Biokimia. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Purnomo, E., 1992. Penyamakan kulit kaki ayam. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- [Http://www.Republika.co.id](http://www.Republika.co.id), 2009. Gelatin, kulit babi vs kulit sapi. [30 Maret 2014].
- Retno, D. T., 2012. Pembuatan gelatin dari tulang ayam boiler dengan proses hidrolisa. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi. Universitas Pembangunan Nasional, Yogyakarta.
- Setiawati, I. H., 2009. Karakterisasi mutu fisika kimia gelatin kulit Ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) Hasil proses Perlakuan asam. Skripsi. IPB, Bogor.
- Said, M. I., T. Suharjono, E. Yuny, dan F. Achmad, 2011. Karakteristik gelatin kulit kambing yang diproduksi melalui proses asam dan basa. Jurnal Agritech:31:3. UGM, Yogyakarta.
- Saleh, E. 2004. Teknologi Pengolahan Susu dan Hasil Ikutan Ternak. Program Studi Produksi Ternak Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Soekarto, 2008. Penilaian Organoleptik. Pusat Pengembangan Teknologi Pangan. IPB. Bogor.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi, 1997. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Penerbit Liberty, Yogyakarta.
- Suryani, N., F. Sulistiawati, dan A. Fajriani, 2009. Kekuatan gel gelatin tipe B dalam formulasi granul terhadap kemampuan mukoadhesif. Jurnal kesehatan. 13: 1-4. UIN Syarifhidayatullah, Jakarta.
- Winarno, F. G., 1991. Kimia Pangan dan Gizi. Pustaka Gamedia Utama, Jakarta.