

UJI KADAR PROTEIN, KADAR ABU DAN KADAR AIR DALAM PROSES DEMINERALISASI KULIT SAPI UNTUK PEMBUATAN GELATIN

Ahmad Shobib, MF Sri Mulyaningsih, Kouw Devina Christiana Wijaya

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang

Jl. Pawiyatan Luhur I, Bendan Duwur, Semarang - Jawa Tengah 50235

*E-mail: ahmadshobib@gmail.com

Abstrak

Gelatin adalah produk alami yang diperoleh oleh hidrolisis kolagen, merupakan protein yang larut, yang bersifat sebagai gelling agent (bahan pembuat gel). Secara umum proses pembuat gelatin diawali dengan perendaman kulit sapi dalam larutan asam, bertujuan untuk melarutkan mineral kalsium fosfat dan garam-garam mineral lainnya. Asam yang digunakan yaitu Asam Asetat dengan tingkat konsentrasi 3% dan 15% dengan variasi waktu perendaman (3 jam dan 12 jam) dan variasi perbandingan antara bahan baku dan volume pelarut (1:1 dan 1:8). Tujuan penelitian ini adalah mengetahui variabel yang paling berpengaruh, mengetahui kondisi optimum dari variabel yang berpengaruh dan mengetahui karakteristik dari gelatin yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan metode experimental design dengan jumlah run percobaan pada fractional design adalah 2^n di mana n adalah jumlah variabel yang dikaji yaitu waktu perendaman, perbandingan berat bahan baku : volume pelarut, dan konsentrasi asam asetat, masing-masing perlakuan mempunyai level low dan high. Di mana hasil dari variabel yang berpengaruh akan dilakukan optimasi untuk didapat hasil gelatin kulit sapi yang terbaik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gelatin yang diproduksi dari kulit sapi dengan konsentrasi asam asetat 12% menghasilkan yield tertinggi sebesar 9,06% dengan kadar air 7,31%, kadar abu 1,54% dan kadar protein 52,46%.

Kata kunci : gelatin; kolagen; kulit sapi

PENDAHULUAN

Gelatin merupakan salah satu bahan yang sangat banyak penggunaannya, baik untuk produk pangan maupun nonpangan. Lebih dari 60% total produksi gelatin digunakan oleh industri pangan (industri permen, industri es krim dan industri jelly), sekitar 20% digunakan pada industri fotografi (sebagai pengikat bahan peka cahaya) dan industri kertas (sebagai sizing paper), dan sekitar 10% digunakan pada industri farmasi (bahan kapsul, dan pengikat tablet), industri kosmetik (bahan sabun, lotion, dll) (Donri, 2017). Penggunaan gelatin berguna untuk mempengaruhi sifat atau bentuk dari produk yang dihasilkan. Dalam industri gelatin digunakan antara lain sebagai bahan penstabil (stabilizer), pembentuk gel (gelling agent), pengikat viskositas (viscosity agent), pengental (thickener), pengemulsi (emulsifier), perekat (adhesive), dan pembungkus makanan.

Kebutuhan gelatin dari tahun ke tahun semakin meningkat. Meningkatnya kebutuhan gelatin di Indonesia ternyata tidak banyak direspon oleh industri di dalam negeri untuk diproduksi secara komersial sehingga masih impor. Negara pengimpor utama adalah negara-negara di Eropa, Cina, India, Jepang dan Australia dengan jumlah impor mencapai 2.180.178 kg dengan nilai US\$

18.260.353 (BPS, 2020). Gelatin yang diimpor seringkali berasal dari kulit dan tulang babi yang mana bagi penduduk Indonesia yang mayoritas penduduknya menganut agama Islam hukumnya haram. Gelatin dapat dihasilkan melalui hidrolisa parsial kolagen dari kulit hewan, tulang ikan dan rumput laut.

Sumber bahan baku pembuatan gelatin yaitu kulit babi 44%, kulit sapi 28%, tulang 27% dan sumber lainnya 1% (Youlanda, 2016). Menurut data BPS (2022) jumlah populasi sapi potong di

beberapa wilayah Indonesia sebanyak 18,05 juta dengan jumlah pertumbuhan sebanyak 3,49% dari tahun sebelumnya. Dari data tersebut merupakan potensi yang cukup besar di Indonesia yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan gelatin. Selain itu setiap bagian tubuh sapi termasuk kulit sapi juga banyak diolah dan dikonsumsi masyarakat. Kulit sapi sangat banyak ditemukan di pasar tradisional dan supermarket dengan harga yang cukup terjangkau.

Proses demineralisasi pada kulit sapi merupakan proses penghilangan mineral-mineral berupa fosfat, garam kalsium dan garam-garam lainnya yang masih menempel pada kulit. Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam proses demineralisasi pada kulit sapi antara lain : waktu perendaman, konsentrasi larutan asam, pH larutan, dan jenis pelarut yang digunakan. Beberapa penelitian mengenai proses demineralisasi asam asetat dalam pembuatan gelatin salah satunya pada penelitian Munda (2013) yang telah dilakukan dengan bahan tulang ayam. Penelitian dari demineralisasi kulit pada pembuatan gelatin jarang dilakukan, sedangkan gelatin kulit sapi menjadi nilai tambah sebagai alternative bahan baku pengganti babi. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian pembuatan gelatin dari kulit sapi untuk mengetahui karakteristik gelatin yang dihasilkan dan variabel yang berpengaruh serta kondisi optimum dari variabel berpengaruh pada proses demineralisasi asam dalam pembuatan gelatin.

METODOLOGI

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *experimental design* untuk mencari faktor yang paling berpengaruh dari variabel-variabel yang ditentukan. Penentuan variabel dilakukan sesuai dengan variabel operasi yang ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Penetapan Variabel Berubah

No.	Variabel Berubah	Low Level (-)	High Level (+)
1	Waktu perendaman	3	12
2	Perbandingan berat sampel : volume pelarut	1:1	1:8
3	Konsentrasi CH ₃ COOH	3	15

Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit sapi (kikil) yang dicuci bersih dan dipisahkan dari sisa daging, bulu yang menempel. Asam asetat yang diperoleh dari toko bahan kimia yang berada di Semarang. Dan bahan pendukung lainnya seperti aquadest, kertas lakmus, pH indicator, dan NaOH.

Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain : panci, *beaker glass*, pengaduk, kompor, timbangan, oven, thermometer cawan porselen, *Erlenmeyer*, tabung kapiler, tanur, almari pendingin, labu kjeldahl, labu takar, gelas ukur, spatula, rangkaian alat destilasi, statif, dan desikator.

Prosedur Penelitian

a. Pembersihan kulit sapi (kikil)

Kulit sapi dipisahkan dari lemak dan bulunya dengan cara mencabut atau membakar bulu yang masih tertinggal di permukaan kulit, lalu kulit yang bersih dimasukkan dalam baskom.

b. Pencucian kulit sapi

Setelah dilakukan pembersihan pada kulit sapi, kemudian tambahkan air ke dalam baskom berisi kulit sapi dan dicuci. Hal ini dilakukan beberapa kali hingga kulit sapi benar-benar bersih.

c. Pengecilan ukuran kulit sapi

Kulit sapi yang sudah bersih kemudian dipotong kecil-kecil dengan ukuran $\pm 1-4$ cm.

d. Degreasing kulit sapi

Kulit sapi yang telah dibersihkan telah dibersihkan dimasak dalam air mendidih selama 3 jam dan dilakukan pengadukan untuk mengefektifkan pemisahan. Kotoran yang mengambang dan buih dibuang. Proses ini bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa lemak.

e. Perendaman Kulit sapi (kikil) dengan Asam Acetat (Demineralisasi)

Kulit sapi sebanyak 50 gr direndam dalam larutan asam asetat dengan variasi konsentrasi 3 % dan 15% dengan variasi perbandingan berat sampel dan volume pelarut adalah 1:1 dan 1:8, variasi lama perendaman 3 jam dan 12 jam. Selama perendaman dilakukan pengadukan. Perendaman ini bertujuan untuk menghilangkan mineral-mineral berbentuk garam fosfat dan garam-garam lain yang masih terkandung dalam kulit. Kulit yang telah direndam dalam asam ini disebut *ossein* yang kemudian dipisahkan dengan cara penyaringan. Setelah itu *ossein* dicuci dan disemprot dengan air sehingga kotoran dan larutan asam asetat yang menempel pada *ossein* dibuang. Kemudian dinetralkan dengan menggunakan larutan NaOH encer dan setelah netral (pH 6-7) dicuci kembali dengan air. Air sisa rendaman dan asam asetat disaring dan dipisahkan dengan *ossein*. Perlakuan diatas diulang dengan prosedur yang sama dalam variasi perbandingan berat sampel dan volume pelarut, waktu perendamaan dan konsentrasi yang lain.

f. Hidrolisa/Ekstraksi

Ossein yang telah dihidrolisa menggunakan asam asetat diekstrak dengan menggunakan air panas suhu 60-65°C selama 4-8 jam dalam *waterbath*. *Ossein* yang telah diekstrak menggunakan air panas (terbentuk larutan gelatin dan sisa *ossein*), keduanya dipisahkan dengan penyaringan, sisa *ossein* diekstrak ulang menggunakan air pada temperatur lebih tinggi (75-80°C selama 4-6 jam), dan akan diperoleh lagi larutan gelatin dan sedikit sisa gelatin. Ekstraksi dilakukan dengan merendam *ossein* di dalam air panas, di mana proses ini terjadi proses denaturasi kolagen yang terdapat pada kulit.

g. Pemanasan (Larutan Gelatin)

Larutan gelatin encer dipekatkan dengan *waterbath* pada selama 2-3 jam dengan suhu 80°C hingga kepekatan menjadi 25-30%. Kemudian dilakukan penyaringan gelatin dengan menggunakan kertas saring.

h. Pengovenan Gelatin

Gelatin pekat diletakkan dalam wadah stainless steel yang telah dialasi plastik dan diratakan. Kemudian dioven selama 2 jam dengan suhu 60°C. Pengeringan selesai bila kadar air gelatin sekitar 9-12%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penentuan Variabel Berpengaruh

Dari hasil pengamatan yang dilakukan sesuai dengan variasi variabel, dengan menggunakan metode *Experimental Design* maka dilakukan penentuan variabel yang paling berpengaruh. Perolehan yield gelatin ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perolehan Yield

Percobaan	Variabel Berubah			Yield	
	Waktu perendaman (jam)	Berat kulit sapi (g) : volume asam asetat (ml)	Konsentrasi Asam Acatat (%)	g	%
1	3	1:1	3	4,11	8,22
2	3	1:8	3	0,97	1,94
3	3	1:8	15	1,30	2,6
4	3	1:1	15	7,30	14,6
5	12	1:1	3	2,86	5,72
6	12	1:1	15	2,33	4,66
7	12	1:8	15	1,58	3,16
8	12	1:8	3	1,4	2,8

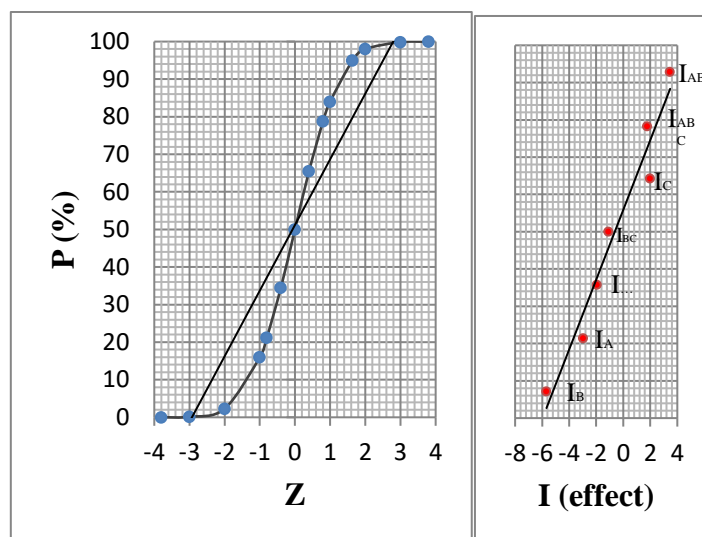
Dari Tabel 4.2 diatas menunjukkan bahwa perolehan yield tertinggi ditunjukan pada percobaan ke 4 dengan variasi variabel waktu perendaman 3 jam, berat kulit sapi : volume asam asetat 1:1, dan konsentrasi asam asetat sebesar 15%. Sedangkan yield terendah ditunjukkan pada percobaan ke 2 dengan variasi perlakuan waktu perendaman 3 jam, perbandingan berat kuliit sapi : volume asam asetat 1:8 dan konsentrasi asam 3%. Semakin tinggi konsentrasi asam asetat yang digunakan menyebabkan kulit sapi menyerap larutan asam asetat masuk ke dalam struktur kulit dan menyebabkan kulit sapi semakin menggembung dan hancur sehingga gelatin terlarut dalam larutan asam dan saat proses pencucian akan ikut terbuang. Penurunan yield gelatin disebabkan oleh banyaknya jaringan pada kolagen yang rusak dengan meningkatnya waktu perendaman. Sedangkan penambahan volume asam asetat pada penelitian ini tidak mempengaruhi terhadap yield yang dihasilkan, berbeda dengan penelitian Suherny et al (2015) penambahan volume sangat berpengaruh pada jumlah gelatin yang terbentuk semakin besar. Dengan data perolehan yield di atas maka dilakukan olah data perhitungan efek untuk mendapatkan variabel yang paling berpengaruh dari penelitian ini. Data perhitungan efek di tiap variabel disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Tabel Normal Probability

No. order, (i)	Identitas Effect	Efek, (I)	$P = 100 (i - 0,5)/n$
1	B	-5,68	7,14
2	A	-2,76	21,43
3	AC	-1,94	35,71
4	BC	-1,08	50
5	C	1,59	64,28
6	ABC	1,79	78,28
7	AB	3,47	92,86

Keterangan : A : waktu perendaman B: berat sampel : volume pelarut C: konsentrasi asam acetat
AC, BC, ABC, AB : interaksi efek

Dari data tabel 3 diolah dalam sebuah grafik % P vs Z yang kemudian diplotkan dengan nilai efek (I) sehingga digambarkan dalam grafik normal probability %P vs I. Gambar 1 Grafik Normal Probability % P vs I.



Keterangan : P = probability, Z = presentase luasan daerah di bawah kurva distribusi normal

I = effect

Gambar 4.1 Grafik Normal Probability % P vs I

Pada grafik 1 dapat terlihat variabel yang mempunyai titik terjauh dari kerapatan garis adalah variabel konsentrasi (IC), maka dapat disimpulkan bahwa konsentrasi dapat mempengaruhi yield dari gelatin yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena konsentrasi asam asetat yang tinggi dapat membuat struktur kolagen terbuka dan semakin banyak kolagen yang terhidrolisis sehingga gelatin yang terekstrak semakin banyak (Binambuni et al, 2018).

2. Hasil Optimasi dengan Variabel yang berpengaruh

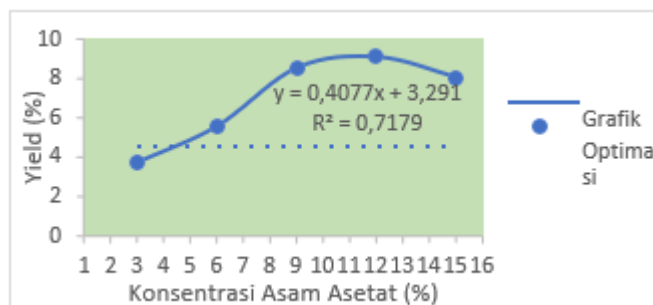
Harga optimum dapat dicari dari variabel yang paling berpengaruh yaitu konsentrasi asam asetat dengan melakukan pengamatan dari konsentrasi 3%, 6%, 9%, 12%, dan 15% dengan variabel tetap berupa perbandingan bahan baku : pelarut (1:1) dan waktu perendaman selama 3 jam. Hasil optimasi dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Optimasi Variabel Konsentrasi Asam Asetat

No	Konsentrasi(%)	Berat awal (gr)	Berat akhir (gr)	Yield(%)
1.	3	50,12	1,84	3,67
2.	6	50,64	2,80	5,53
3.	9	50,12	4,27	8,52
4.	12	50,24	4,55	9,06
5.	15	50,60	4,06	8,02

Dari data pada tabel 4.4 dapat dilihat bahwa hasil optimasi didapat pada konsentrasi 12% dengan *yield* sebesar 9,06%. Dengan kata lain nilai *yield* gelatin kulit sapi cenderung naik dengan meningkatnya konsentrasi asam asetat maksimum sebesar 12%. Gelatin dengan konsentrasi asam asetat 12% cukup efektif dalam mengkonversi kolagen menjadi gelatin.

Semakin tinggi konsentrasi asam asetat maka struktur kolagen akan lebih terbuka dan semakin banyak kolagen yang terhidrolisis sehingga gelatin yang terekstrak semakin banyak (Binambuni *et al*, 2018). Dan diperjelas melalui penelitian Indriani *et al* (2020) bahwa semakin tinggi konsentrasi asam asetat maka nilai rendemen semakin meningkat, peningkatan nilai rendemen berkaitan dengan banyaknya jumlah kolagen yang dikonversi menjadi gelatin. Konversi kolagen menjadi gelatin dapat terjadi karena adanya pengaruh jumlah ion H^+ dalam larutan asam asetat menghidrolisis kolagen dari rantai triple heliks menjadi rantai tunggal sehingga mengakibatkan terjadinya penggembungan (*swelling*) yang dapat membuang material-material protein non-kolagen pada kulit dengan kehilangan kolagen minimum. Sedangkan ketika mencapai batasnya ion H^+ yang berlebihan menghidrolisis kolagen lebih jauh, maka konsentrasi asam yang berlebihan akan menimbulkan adanya hidrolisis lanjutan sehingga sebagian gelatin ikut terdegradasi dan menyebabkan *yield* gelatin turun. Menurut Binambuni *et al* (2018) bahwa larutan asam berfungsi untuk menghidrolisis kolagen sehingga mempermudah kelarutan dalam proses ekstraksi gelatin, dimana struktur kolagen terbuka akibat beberapa ikatan dalam molekul protein yang terlepas. Berbeda dengan hasil penelitian Indriani *et al* (2020) nilai rendemen yang dihasilkan rata-rata 10,52-11,72%, sedangkan dalam penelitian ini dihasilkan rendemen dengan rata-rata 3,67%-9,06%. Menurut penelitian Mulyani *et al* (2021) penurunan *yield* ini diduga karena penggunaan jumlah asam asetat dimana asam asetat menurapkan asam lemah yang kurang efektif dalam proses ekstraksi kolagen dari kulit. Selain itu penurunan *yield* juga dapat terjadi karena banyaknya jaringan fibril kolagen yang rusak sehingga jumlah komponen kolagen yang terlarut dalam asetat lebih tinggi pada konsentrasi asam yang tinggi (Fauziyyah *et al*, 1017).



Gambar 2. Grafik Optimasi Konsentrasi Asam Asetat terhadap Yield Gelatin Kulit Sapi

Dari gambar 2 dan tabel 4 dapat disimpulkan bahwa hasil konsentrasi terbaik yaitu konsentrasi 12% sedangkan pada konsentrasi 15% terjadi penurunan pada *yield* gelatin kulit sapi yang dihasilkan. Menurut Fauziyyah *et al* (2017) penurunan *yield* terjadi karena semakin tinggi konsentrasi asam asetat menyebabkan struktur kulit semakin menggembung dan kulit menjadi semakin hancur akibat larutan asam asetat masuk ke dalam struktur kulit sehingga gelatin akan terlarut dalam larutan perendaman dan ikut terbuang saat proses pencucian dengan air mengalir. Menurunnya *yield* terjadi karena banyaknya jaringan fibril kolagen yang rusak sehingga jumlah komponen kolagen yang terlarut dalam asetat lebih tinggi pada konsentrasi asam yang tinggi (Fauziyyah *et al*, 2017). Dari hasil *yield* yang terbaik (konsentrasi asam 12%) kemudian dilakukan analisa lebih lanjut untuk kandungan gelatin kulit sapi yaitu analisa kadar air, kadar abu, dan kadar protein. Hasil analisa untuk gelatin kulit sapi dengan konsentrasi asam asetat 12% dibandingkan dengan SNI ditampilkan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisa Gelatin Kulit Sapi

No	Perlakuan	Kadar air (%)	Kadar abu (%)	Kadar Protein (%)
1.	SNI gelatin No. 06-3735-1995*	Maksimal 16	Maksimal 3,25	87,25
2.	Gelatin kulit sapi CH ₃ COOH 12%	7,31	1,54	52,46
3.	Gelatin kulit sapi kering CH ₃ COOH 1% [14]	8,71±0,97	0,46±0,09	88,63±0,55
4.	Gelatin kulit sapi CH ₃ COOH 0,2M [9]	4,304	0,3637	

Pada tabel 5. dapat dilihat hasil analisa gelatin kulit sapi untuk kadar air 7,31 % dan kadar abu 1,54% dari gelatin kulit sapi masih berada dibatas standar jika dibandingkan dengan SNI (kadar air maksimal 16% dan kadar abu maksimal 3,25%). Namun untuk kadar protein dari gelatin kulit sapi memiliki hasil yang lebih rendah (52,45%) dibandingkan dengan SNI (87,25%). Penurunan kadar protein ini dapat menunjukkan kemurnian dari suatu gelatin, dimana gelatin yang mempunyai nilai kadar protein yang tinggi menunjukkan kualitas dari kekuatan gel yang baik. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain kualitas bahan baku yang tidak segar mengakibatkan kandungan protein dalam kolagen akan rusak, selain itu kualitas dari *ossein* (kulit yang telah direndam dalam asam) yang masih keras menyebabkan kolagen susah untuk dikonversi sehingga gelatin yang dihasilkan sedikit.

Sedangkan jika dibandingkan dengan penelitian Kirana dkk. (2017) memiliki hasil yang lebih rendah untuk kadar air dan kadar protein namun penelitian ini menghasilkan gelatin yang lebih baik dibandingkan dengan penelitian (Youlanda, 2016). Kadar air gelatin yang rendah disebabkan oleh kondisi penyimpanan yang kurang baik sehingga meningkatkan kadar air gelatin ketika diuji. Sedangkan analisa kadar abu dapat menunjukkan kemurnian suatu produk. Semakin rendah kadar abunya maka semakin murni suatu produk sedangkan kadar abu yang tinggi disebabkan karena proses demineralisasi yang belum sempurna. Jika dibandingkan dengan penelitian Kirana dkk. (2017) sebesar 88,63% dan SNI 87,25% kadar protein penelitian ini masih lebih rendah. Hal ini disebabkan karena kemampuan asam asetat 12% dalam menguraikan serat kolagen kurang sempurna.

KESIMPULAN

Penggunaan variasi konsentrasi larutan asam sangat berpengaruh pada penelitian ini dengan hasil optimasi terbaik penggunaan asam asetat berada pada konsentrasi 12% dengan *yield* sebesar 9,06%. Kemudian dilakukan analisa untuk mengetahui karakter gelatin kulit sapi dilihat dari hasil analisa berupa kadar air 7,31%, kadar abu 1,54%, dan kadar protein 52,46% dimana memiliki sifat fisikokimia yang Sebagian besar sesuai dengan SNI dan tidak kalah dengan gelatin yang dijual di pasaran.

SARAN

- Sebelum dilakukan proses penetralan sebaiknya dilakukan pencucian berulang dengan air mengalir untuk menghemat waktu penetralan karena sisa asam yang sangat banyak.
- Proses hidrolisa *ossein* dilakukan secara berulang hingga didapatkan produk yang maksimal.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai aplikasi gelatin kulit sapi pada berbagai produk pangan dan analisa lebih lanjut untuk karakteristik yang dihasilkan sehingga dapat dimanfaatkan dalam industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Donri, M. 2017. Pengaruh konsentrasi larutan HCl dalam proses pembuatan kulit sapi terhadap mutu gelatin yang dihasilkan. Universitas Sumatra Utara.
- Badan Pusat Statistik (BPS), (2022). Data ekspor impor gelatin Indonesia. BPS. Jakarta.
- Youlanda, H., (2016). Ekstraksi dan evaluasi gelatin dari kulit sapi yang telah mengalami proses buang bulu menggunakan hidrolisis asam. Skripsi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Badan Pusat Statistik (BPS)., (2022). Data populasi sapi potong. BPS. Jakarta
- Suhermy, S., Widayati, T.W., Hartanto, H.T., Supriyadi R., (2015). Proses Pembuatan Gelatin dari Kulit Kepala Sapi dengan Proses Hidrolisis Menggunakan Katalis HCl. Yogyakarta: Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri. UPN Veteran Yogyakarta.
- Binambuni, M.R., Sompie, M., dan Wahyuni, I., (2018). Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Asetat dan Lama Perendaman Terhadap Sifat Fisik Dan Kimia Gelatin Kulit Babi. Manado: Jurusan Agri-SosioEkonomi. Universitas Sam Ratulangi. ISSN 1907– 4298, Volume 14 Nomor 1, Januari 2018: 347 – 354

- Wewengkang, I., Sompie, M., Siswosubroto, S.E., dan Pontoh J.H.W., (2020). Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Asetat Terhadap Nilai Kekuatan Gel, Viskositas, Kadar Protein, Dan Rendemen Gelatin Kulit Sapi. Manado: Fakultas Peternakan, Universitas Sam Ratulangi. Zootec Vol., 40 No. 2 : 593-602 (Juli 2020).
- Mulyani, S., Hintono, A., Adefatma, N.R., dan Pahlawan, I.F., (2021). Ekastraksi Kolagen Dari Kulit Kerbau Menggunakan Asam Asetat. Semarang: Prodi Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro Semarang.
- Fauziyyah, P., Yusasrini, N.L.A., dan Damaryanti, L.P.T., (2017). Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Asetat Dan Lama Perendaman Terhadap Karakteristik Gelatin Kulit Ikan Mahi-Mahi (*Coryphaena hippurus*). Bali: Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Udayana : Jurnal Ilmu Teknologi Pertanian "AGROTECHNO", Volume 2, Nomor 2, Oktober 2017. ISSN: 2503-0523.
- Sasmitaloka, S. K., Miskiyah., dan Juniawati, (2017). Kajian potensi kulit sapi kering sebagaibahan dasar produksi gelatin halal.
- Munda, M. (2013). *Pengaruh Konsentrasi Asam Asetat Dan Lama Demineralisasi Terhadap Kuantitas Dan Kualitas Gelatin Tulang Ayam*. Skripsi thesis, Universitas Hasanuddin.