

**PENGARUH CUKA NIRA LONTAR DAN EKSTRAK JERUK NIPIS TERHADAP RENDEMEN
DAN SIFAT SENSORIS GELATIN TULANG IKAN CAKALANG**

Naema Bora^{1*}, Anastasia Grandivoriana Nomi²

¹*Program studi Teknologi Pangan Politeknik Pertanian Negeri Kupang*

²*Program studi Penyuluhan Pertanian Lahan Kering Politeknik Pertanian Negeri Kupang*

**e-mail: naemabora69@gmail.com*

ABSTRAK

Gelatin dari tulang ikan cakalang memiliki potensi besar sebagai sumber protein dalam industri pangan, namun proses pembuatan gelatin konvensional seringkali menggunakan senyawa HCl, yang dapat menimbulkan masalah keamanan dan keberlanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan cuka nira lontar dan ekstrak jeruk nipis sebagai bahan lokal dalam pembuatan gelatin, serta membandingkan mutu organoleptiknya dengan perlakuan HCl. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang didesain dalam dua faktor. Faktor pertama adalah jenis senyawa asam yang terdiri dari tiga perlakuan: HCl, cuka nira lontar, dan ekstrak jeruk nipis. Faktor kedua adalah konsentrasi senyawa asam dengan empat level (5, 7, dan 9 ml/liter air). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan HCl dan cuka nira lontar menghasilkan rendemen yang lebih tinggi, serta warna dan aroma yang lebih disukai oleh panelis dibandingkan dengan ekstrak jeruk nipis. Penggunaan HCl atau cuka nira lontar dengan konsentrasi 9% memberikan hasil terbaik dalam hal rendemen dan 7% memberikan warna dan aroma yang disukai penelis. Penelitian ini memberikan implikasi bahwa penggunaan bahan lokal seperti cuka nira lontar dapat menggantikan HCl dalam pembuatan gelatin tulang ikan cakalang, serta menawarkan alternatif yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan dalam industri gelatin.

Kata kunci: *Gelatin, Tulang, Jenis Asam, Uji Organoleptik*

PENDAHULUAN

Ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) merupakan salah satu jenis ikan yang banyak digunakan oleh industri olahan karena mempunyai nilai ekonomis. Selain itu, konsumsi ikan di kalangan masyarakat terus meningkat, perkembangan industri perikanan selain memberikan dampak positif bagi perekonomian, namun juga membawa berbagai permasalahan bagi kelestarian lingkungan. Salah satu permasalahan utama pada industri hasil perikanan adalah menghasilkan limbah buangan baik limbah padat maupun limbah cair. Limbah padat dari industri perikanan, sangat besar, mulai dari: tulang, kepala, sisik, ekor, jeroan, dan kulit ikan (Alhana *et al.*, 2015). Sebagian besar, limbah industri perikanan dibuang begitu saja tanpa adanya proses penanganan lebih lanjut sehingga terjadi pencemaran lingkungan dan polusi udara. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu adanya inovasi untuk penanganan dan pengolahan limbah yang lebih optimal dan memberikan nilai ekonomi.

Salah satu bentuk limbah padat dari industri hasil perikanan yang banyak ditemui dan memiliki potensi ekonomi adalah limbah tulang ikan. Tulang ikan adalah salah satu bentuk limbah utama dari industri perikanan, yang selama ini dibuang begitu saja, belum ditangani secara optimal. Limbah tulang ikan cakalang memiliki potensi dan bernilai ekonomi tinggi yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan gelatin (Septiansyah *et al.*, 2020). Pada tulang ikan Cakalang terkandung protein yang mengandung kolagen yang cukup tinggi yang berpotensi untuk dijadikan gelatin. Di dalam tulang terdapat kolagen sebesar 18,6% dan 19,86% unsur organik protein kompleks (Liu *et al.*, 2009). Gelatin memiliki

manfaat di berbagai industri yaitu industri pangan, industri farmasi dan industri kosmetik.

Menurut Tina (2016), pengolahan kolagen dalam tulang ikan menjadi gelatin tulang ikan, dapat dilakukan dengan perlakuan awal yaitu penggunaan senyawa kimia baik yang bereaksi asam maupun basa (Tina, 2016). Selama ini, pembuatan gelatin dari tulang ikan umumnya memanfaatkan senyawa asam sintesis, yang telah diperdagangkan secara luas, seperti: asam sitrat ($C_6H_8O_7$), Asam asetat (CH_3COOH), asam klorida (HCl) asam sulfat (H_2SO_4), yang dapat menghasilkan gelatin yang bermutu sesuai standar SNI (Alhana *et al.*, 2015; Tina, 2016; Farida *et al.*, 2020; SNI, 1995). Perlakuan konsentrasi senyawa asam juga memberikan pengaruh terhadap mutu gelatin tulang ikan yang dihasilkan.

Permasalahannya adalah pada tingkat industri skala rumah tangga (industri kecil), pengrajin kesulitan untuk mendapatkan bahan-bahan kimia. Untuk itu, dalam penelitian ini akan dikaji penggunaan sumber lokal seperti cuka nira lontar dan ekstrak air jeruk nipis sebagai senyawa pengganti bahan-bahan kimia, seperti asam klorida, asam sulfat, asam sitrat dan asam asetat. Pilihan pada sumberdaya lokal seperti cuka nira lontar dan ekstrak air jeruk nipis, karena memiliki kadar asam yang hampir sama dengan bahan kimia, serta murah dan mudah tersedia di tingkat pengrajin. Cuka nira lontar dan ekstrak air jeruk nipis, sudah banyak digunakan untuk pengawetan bahan makanan secara tradisional. Penggunaan cuka nira lontar pada fillet ikan asap dapat meningkatkan kadar proksimat dan tingkat kesukaan (Bora dan Gasong, 2021). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek pemberian cuka nira lontar dan ekstrak air jeruk nipis sebagai pengganti HCL dan konsentrasi terhadap rendemen dan sifat sensoris (warna dan aroma) gelatin tulang ikan Cakalang.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian dan Laboratorium PMP Politani Negeri Kupang, yang berlangsung dari bulan Mei - Juli 2024. Penelitian ini didesain dalam Rancangan Acak Lengkap, dengan dua faktor yaitu faktor jenis senyawa asam lokal (A) yaitu A0: HCL (kontrol), A1: cuka nira lontar, A2: ekstrak air jeruk nipis dan konsentrasi senyawa asam (K) yaitu K1:5%, K2: 7% dan K3: 9%. Perlakuan diulang 3 kali, sehingga secara keseluruhan terdapat 27 unit percobaan.

Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Tahapan penelitian ini dimulai dengan persiapan bahan baku, yaitu pengumpulan tulang ikan Cakalang dari industri pengolahan ikan. Tulang tersebut kemudian rebus selama 60 menit pada suhu 80°C, selanjutnya dibersihkan dari sisa daging dan dicuci hingga bersih menggunakan air mengalir. Setelah itu, tulang ikan 1 kg direndam dalam larutan asam 2 liter sesuai dengan perlakuan, yaitu cuka nira lontar, ekstrak air jeruk nipis, dan HCl pada konsentrasi yang berbeda (5%, 7%, dan 9%). Perendaman dilakukan selama 48 jam pada suhu ruang untuk memastikan kolagen yang terdapat dalam tulang ikan terhidrolisis dengan baik.

Setelah ekstraksi, larutan gelatin disaring untuk memisahkan padatan yang tidak larut, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C hingga gelatin yang dihasilkan berbentuk lembaran kering. Lembaran gelatin kemudian dihancurkan menjadi serbuk untuk dianalisis lebih lanjut.

Variabel Penelitian

Variebel yang diamati dalam penelitian ini, dikhususkan pada rendemen gelatin tulang ikan cakalang dan uji sensoris yang meliputi: warna dan aroma gelatin tulang ikan cakalang dengan menggunakan skala hedonic 1-7. Format skor nilai tingkat kesukaan pada gelatin tulang ikan cakalang, adalah: skor 7 = sangat suka, skor 6 = suka, skor 5 =agak suka, skor 4 = netral, skor 3 = agak tidak suka, skor 2 = tidak suka, dan 1= sangat tidak suka. Panelis yang digunaan alam penelitian ini sebanyak 15 orang.

Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis secara statistik menggunakan metode analisis varians (ANOVA) untuk variabel rendemen, sedangkan untuk variabel sifat sensoris menggunakan analisis deskriptif berdasarkan skala sensoris.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Gelatin Tulang Ikan Cakalang

Hasil analisis varian menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara jenis dan konsentrasi senyawa asam terhadap rendemen gelatin tulang ikan cakalang. Namun, kedua faktor tersebut secara terpisah memberikan pengaruh signifikan ($p<0,05$) terhadap rendemen gelatin tulang Ikan cakalang. Hasil analisis rendemen gelatin tulang ikan Cakalang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Rendemen Gelatin Tulang Ikan Cakalang pada Pengaruh Perlakuan Jenis dan Konsentrasi Senyawa Asam

Perlakuan	Rendemen (%)
Jenis Senyawa Asam:	
HCL	6,60a
Cuka Nira Lontar	6,38a
Ekst. Jeruk Nipis	5,79b
Konsentrasi asam	
5%	5,49c
7%	6,24b
9%	7,14a

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil uji DMRT, jenis senyawa asam memengaruhi rendemen secara signifikan. Gelatin yang dihasilkan dengan menggunakan HCl memiliki rendemen tertinggi sebesar 6,60%, dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan cuka nira lontar dengan rendemen sebesar 6,38%. Hal ini menunjukkan bahwa HCl dan cuka nira lontar mampu mengekstraksi lebih banyak komponen gelatin dari tulang ikan. Sifat asam kuat pada HCl dengan pH 4,97 dan asam asetat pada cuka nira lontar pH 5,02 memungkinkan terjadinya

hidrolisis kolagen secara efektif, sehingga lebih banyak kolagen dapat diekstraksi dan dikonversi menjadi gelatin (Wong *et al.*, 2017; Zhao *et al.*, 2018). Sebaliknya, ekstrak jeruk nipis menghasilkan rendemen lebih rendah, yaitu 5,79%, kemungkinan karena kandungan asam sitrat lebih fokus pada pengikatan mineral dan pigmen daripada hidrolisis kolagen secara mendalam, yang menyebabkan sebagian protein kolagen tidak terkonversi menjadi gelatin (Kjaergaard *et al.*, 2019).

Selain jenis senyawa asam, konsentrasi asam juga memengaruhi rendemen gelatin secara signifikan. Pada konsentrasi 5%, rendemen yang dihasilkan adalah 5,49%, lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan oleh kekuatan asam yang belum cukup kuat pada konsentrasi rendah untuk memecah kolagen secara optimal. Pada konsentrasi 7%, rendemen meningkat menjadi 6,24%, menunjukkan bahwa konsentrasi yang lebih tinggi memperbaiki proses ekstraksi kolagen. Konsentrasi 9% menghasilkan rendemen tertinggi sebesar 7,14%, karena peningkatan jumlah asam meningkatkan efektivitas hidrolisis dan pelepasan kolagen dari matriks tulang (Riaz *et al.*, 2018). Namun, pada konsentrasi yang terlalu tinggi, perlu diperhatikan bahwa residu asam atau penurunan kualitas fisik gelatin mungkin terjadi jika tidak dikontrol dengan baik.

Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan HCl atau cuka nira lontar dengan konsentrasi tinggi, terutama pada 9%, memberikan rendemen terbaik. Hal ini mengindikasikan bahwa kombinasi asam kuat dan konsentrasi yang tepat sangat penting untuk mendapatkan gelatin dengan rendemen maksimal. Dalam aplikasi industri, rendemen yang tinggi diinginkan karena berhubungan langsung dengan efisiensi produksi dan biaya. Namun, jika diperlukan gelatin dengan kualitas fungsional tertentu, seperti warna atau aroma yang lebih baik, penggunaan ekstrak jeruk nipis dengan konsentrasi lebih rendah mungkin masih relevan, meskipun rendemennya lebih rendah. Secara keseluruhan, pemilihan jenis dan konsentrasi asam harus disesuaikan dengan kebutuhan akhir produk dan tujuan produksi (Ismail dan Hmid, 2020; Zhao *et al.*, 2018).

Sifat Sensoris Gelatin Tulang Ikan Cakalang

Hasil analisis varian menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara jenis senyawa asam dan konsentrasi asam terhadap sifat sensoris gelatin tulang ikan cakalang. Namun, kedua faktor tersebut secara terpisah memberikan pengaruh signifikan ($p<0,05$) terhadap sifat sensoris (warna dan aroma) gelatin tulang ikan cakalang. Rata-rata hasil uji sensoris (warna dan aroma) gelatin tulang ikan cakalang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata sifat sensoris gelatin tulang ikan cakalang pada Pengaruh Perlakuan Jenis Senyawa Asam berbahan baku lokal dan Konsentrasi

Perlakuan	Warna	Aroma
Jenis Senyawa Asam:		
HCL	6.17 (suka)	6.33 (suka)
Cuka Nira Lontar	6.00 (suka)	6.17 (suka)
Ekst. Jeruk Nipis	4.83 (netral)	4.67 (netral)
Konsentrasi Asam:		
5%	4.83 (netral)	5.17 (agak suka)
7%	5.83 (agak suka)	6.17 (suka)
9%	6.33 (suka)	5.85 (agak suka)

Warna Gelatin Tulang Ikan Cakalang

Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa, jenis senyawa asam yang digunakan memengaruhi tingkat kesukaan panelis terhadap warna gelatin. Penggunaan HCl menghasilkan skor tertinggi sebesar 6,17, yang berada dalam kategori “suka”, diikuti oleh cuka nira lontar dengan skor 6,00 dalam kategori yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa gelatin yang dihasilkan dengan HCl dan cuka nira lontar memiliki warna yang lebih disukai panelis, kemungkinan karena warna yang lebih terang dan transparan, yang sering dihubungkan dengan kualitas gelatin yang baik (Wong *et al.*, 2017). Sebaliknya, ekstrak jeruk nipis memperoleh skor 4,83, yang hanya berada dalam kategori “netral”, menunjukkan bahwa warna gelatin yang dihasilkan dengan asam sitrat tidak terlalu menarik bagi panelis. Warna yang dihasilkan dari ekstrak jeruk nipis mungkin lebih kusam atau kekuningan, mengurangi kesan visual yang diharapkan pada produk gelatin (Kjaergaard *et al.*, 2019).

Selain jenis asam, konsentrasi asam juga memengaruhi kesukaan panelis terhadap warna gelatin. Pada konsentrasi 5%, gelatin memperoleh skor 4,83, yang berada dalam kategori “netral”, menunjukkan bahwa konsentrasi rendah menghasilkan warna yang kurang menarik. Pada konsentrasi 7%, skor meningkat menjadi 5,83, yang termasuk dalam kategori “agak suka”. Sementara itu, pada konsentrasi 9%, skor kesukaan warna mencapai 6,33, yang berada dalam kategori “suka”. Peningkatan skor kesukaan ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam, warna gelatin menjadi lebih menarik bagi panelis. Hal ini dapat disebabkan oleh proses pemucatan atau degradasi pigmen alami dalam tulang ikan yang lebih efektif pada konsentrasi asam tinggi, sehingga menghasilkan warna yang lebih cerah dan jernih (Zhao *et al.*, 2018; Riaz *et al.*, 2018). Namun, penggunaan konsentrasi rendah (5%) mungkin tidak cukup efektif dalam menghilangkan pigmen dan senyawa warna lain, sehingga menghasilkan warna yang kurang disukai.

Hasil uji ini menunjukkan bahwa pemilihan jenis dan konsentrasi asam sangat memengaruhi kesukaan warna gelatin. Senyawa asam HCl dan cuka nira lontar lebih disukai dalam menghasilkan warna gelatin yang menarik, terutama pada konsentrasi tinggi seperti 9%. Ini penting dalam konteks aplikasi industri, terutama pada produk pangan dan kosmetik, di mana penampilan visual memegang peran penting dalam

preferensi konsumen. Penggunaan konsentrasi 9% dengan HCl atau cuka nira lontar dapat direkomendasikan untuk menghasilkan gelatin dengan penampilan visual yang menarik dan disukai konsumen (Ismail dan Hmid, 2020; Wong *et al.*, 2017). Sebaliknya, jika pemrosesan menggunakan ekstrak jeruk nipis atau konsentrasi rendah diperlukan untuk tujuan tertentu, penyesuaian tambahan mungkin dibutuhkan untuk meningkatkan daya tarik warna produk akhir.

Aroma Gelatin Tulang Ikan Cakalang

Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa, jenis senyawa asam memengaruhi tingkat kesukaan aroma. Penggunaan HCl menghasilkan skor tertinggi sebesar 6,33, yang berada dalam kategori “suka”, diikuti oleh cuka nira lontar dengan skor 6,17, juga dalam kategori yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa gelatin yang dihasilkan dengan HCl dan cuka nira lontar memiliki aroma yang lebih disukai. Kedua asam tersebut mungkin lebih efektif dalam menghilangkan atau mengurangi bau amis yang biasanya berasal dari protein ikan, sehingga menghasilkan aroma yang lebih netral dan menarik bagi panelis (Wong *et al.*, 2017). Sebaliknya, ekstrak jeruk nipis memperoleh skor 4,67, yang berada dalam kategori “**netral**”. Hal ini mungkin disebabkan oleh aroma khas asam sitrat yang tertinggal pada gelatin, atau karena kemampuan ekstrak jeruk nipis kurang optimal dalam menghilangkan aroma khas ikan (Kjaergaard *et al.*, 2019).

Selain jenis asam, konsentrasi asam juga memengaruhi kesukaan panelis terhadap aroma gelatin. Pada konsentrasi 5%, gelatin memperoleh skor 5,17, menunjukkan bahwa pada konsentrasi rendah, aroma gelatin masih kurang disukai oleh panelis. Peningkatan konsentrasi asam hingga 7% menghasilkan peningkatan skor kesukaan menjadi 6,17, yang masuk dalam kategori “suka”, menunjukkan bahwa konsentrasi sedang mampu mengurangi aroma yang kurang diinginkan dan menghasilkan aroma yang lebih menarik. Namun, pada konsentrasi 9%, skor kesukaan aroma sedikit menurun menjadi 5,85 (“agak suka”). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun konsentrasi tinggi dapat menghilangkan bau amis secara efektif, terdapat kemungkinan aroma asam yang terlalu kuat tertinggal, sehingga sedikit mengurangi kesukaan panelis terhadap aroma akhir gelatin (Zhao *et al.*, 2018).

Hasil ini menekankan pentingnya pemilihan jenis dan konsentrasi senyawa asam dalam proses ekstraksi gelatin, terutama dalam menghasilkan aroma yang disukai konsumen. Penggunaan HCl atau cuka nira lontar dengan konsentrasi 7% direkomendasikan untuk menghasilkan gelatin dengan aroma yang paling disukai, terutama untuk aplikasi dalam industri makanan dan kosmetik, di mana aroma menjadi salah satu faktor penentu kualitas produk. Namun, pada konsentrasi tinggi seperti 9%, perlu dilakukan kontrol lebih lanjut untuk memastikan tidak ada aroma asam yang tertinggal dan memengaruhi kualitas sensoris produk akhir (Riaz *et al.*, 2018). Jika diperlukan gelatin dengan kadar asam rendah atau aroma lebih ringan, penggunaan konsentrasi lebih rendah (misalnya 5%) dapat menjadi alternatif, meskipun mungkin menghasilkan aroma yang kurang menarik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa jenis dan konsentrasi senyawa asam secara signifikan mempengaruhi rendemen gelatin tulang ikan cakalang. Meskipun tidak ditemukan interaksi antara jenis dan konsentrasi asam, kedua faktor tersebut bekerja secara independen dalam menentukan karakteristik akhir gelatin. Dari segi jenis asam, penggunaan HCl dan cuka nira lontar menghasilkan rendemen yang lebih tinggi, serta warna dan aroma yang lebih disukai oleh panelis dibandingkan dengan ekstrak jeruk nipis. Rendemen tertinggi dicapai dengan HCl dan cuka nira lontar masing-masing sebesar 6,60% dan 6,38%, sedangkan penggunaan ekstrak jeruk nipis hanya menghasilkan rendemen 5,79.

Konsentrasi asam juga berpengaruh signifikan terhadap rendemen gelatin. Konsentrasi 9% menghasilkan rendemen tertinggi sebesar 7,14%, sedangkan konsentrasi 5% menghasilkan rendemen terendah sebesar 5,49%. Konsentrasi asam yang lebih tinggi memungkinkan proses hidrolisis kolagen berlangsung lebih efektif, meskipun berpotensi meninggalkan residu asam yang dapat mempengaruhi kualitas aroma dan warna jika tidak dikontrol. Secara keseluruhan, kombinasi jenis asam dan konsentrasi yang tepat sangat penting untuk menghasilkan gelatin berkualitas tinggi dan memenuhi kebutuhan produksi secara efisien. Penggunaan HCl atau cuka nira lontar dengan konsentrasi 9% memberikan hasil terbaik dalam hal rendemen dan 7% memberikan warna dan aroma yang disukai penelis.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhana, Suptijah P, Tarman K. 2015. Extraktion and Characterization of Collagen from Sea Cucumber Flesh. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 18(2): 150–161
- Bora, N., Gasong, L.S. 2021. Efektifitas Konsentrasi Nira Lontar dalam asap cair Tempurung Kelapa terhadap kadar prosimat Cakalang (*Katsuwpnus pelanis* L.) asap. *Jurnal Parner (Penelitian Terapan)* Vol 26 (1): 1534-1543
- Farida, , Kobajashi T. Isamu, Nur Illiyyin Akib. 2020. Karakteristik gelatin berbahan baku tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) dengan menggunakan jenis asam yang berbeda. *J. Fish Protech 2020, Vol. 3(1)*: 79-86.
- Ismail, M. dan Hmid, A., 2020. Effect of Organic Acids on Collagen Extraction and Gelatin Properties. *Journal of Food Science and Technology*, 57(4), pp.1203-1210.
- Kjaergaard, A., Jonsson, T. dan Larsen, P., 2019. Denaturation of Collagen by Organic and Inorganic Acids: A Comparative Study. *International Journal of Food Chemistry*, 52(1), pp.45-50.
- Liu, H.Y., J. Han, dan S.D. Guo. 2009, Characteristics of the Gelatin Extracted From Channel Catfish, *Food Science & Technology* 42
- Riaz, T., Zeeshan, R., Siddiqa, A. dan Noreen, S., 2018. Chemical Treatment of Collagen: Effects on Structure and Water Retention. *Polymer Degradation and Stability*, 147, pp.66-74
- Standar Nasional Indonesia. 06. 3735. 1995. Mutu dan Cara Uji Gelatin. Dewan Standarisasi Nasional,

Jakarta

Septiansyah ,E., O. A. Putra, K. Abshar, Dian R. J. dan Isna Apriani. 2020. Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Tongkol (Euthynnusaffinis C) dari Home Industry Abon sebagai Tepung Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah, Vol. 08 (2):076 -082

Tina, F.C.P. 2016. Optimasi Ekstraksi Gelatin Dari Tulang Ikan Tuna (*Thunnus albacares*. *Jurnal Wiyata*. Vol 3(1): 11-16

Wong, M.K., Foo, S.Y. dan Tan, L.H., 2017. Effect of Acid Concentration on Gelatin Extraction Efficiency. *International Journal of Biological Macromolecules*, 102, pp.586-593.

Zhao, X., Liu, W., Wu, H. dan Li, F., 2018. Influence of Acid Type and Concentration on Gelatin Yield and Properties. *Journal of Applied Polymer Science*, 135(21), pp.453-459.