

PENGGUNAAN GELATIN KULIT IKAN COBIA (*Rachycentron canadum*) UNTUK PERBAIKAN KARAKTERISTIK *FRUIT LEATHER* BUAH NAGA MERAH

**Annisa Amalia Febrianti, Eko Susanto*, Lukita Purnamayanti,
Sumardianto, Slamet Suharto**

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro,
Jalan Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah

Diterima: 30 September 2022/Disetujui: 16 Maret 2023

*Korespondensi: eko.susanto@live.undip.ac.id

Cara sitasi (APA Style 7th): Febrianti, A. A., Susanto, E., Purnamayanti, L., Sumardianto, & Suharto, S. (2023). Penggunaan gelatin kulit ikan cobia (*Rachycentron canadum*) untuk perbaikan karakteristik *fruit leather* buah naga merah. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 26(2), 177-190. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v26i2.43392>

Abstrak

Gelatin ikan merupakan biopolimer yang diperoleh dari hidrolisis kolagen ikan. Kolagen dapat dibuat dari limbah hasil pengolahan produk di antaranya adalah kulit ikan cobia. *Fruit leather* merupakan dendeng buah berbentuk lembaran-lembaran kompak, elastis, dan kenyal. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan konsentrasi penambahan gelatin yang terbaik dalam menghasilkan *fruit leather*. *Fruit leather* dibuat dari buah naga merah. Metode penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan perlakuan perbedaan konsentrasi gelatin kulit ikan cobia (0; 0,5; 1; 1,5 dan 2%). Parameter yang dianalisis meliputi kuat tarik, ketebalan, warna, kadar air, kadar protein, aktivitas antioksidan, dan kadar antosianin. Hasil analisis data menunjukkan bahwa seluruh perlakuan penambahan gelatin kulit ikan cobia mempunyai pengaruh yang berbeda nyata ($p < 5\%$) terhadap semua parameter uji. Nilai tertinggi diperoleh dari perlakuan konsentrasi gelatin kulit ikan cobia 2% dengan karakteristik: kuat tarik 1,56 Mpa, ketebalan 2,23 mm, warna $L^* 28,35$; $a^* 7,70$; $b^* 8,64$, kadar air 16,66%, kadar protein 14,96%, antioksidan 41,21%, dan antosianin 5,43 mg/100 g. Gelatin kulit ikan cobia dapat memperbaiki karakteristik *fruit leather* buah naga merah.

Kata kunci: bromelain, buah naga merah, *fruit leather*, gelatin

The Use of Cobia (*Rachycentron canadum*) Skin Gelatin to Improve The Characteristics of Red Dragon Fruit Leather

Abstract

Fish gelatin is a biopolymer derived from the hydrolysis of fish collagen. This collagen can be obtained from fish processing by-product including cobia skin. The objective of this study was to determine the best gelatin concentration in producing fruit leather. Fruit leather was produced from red dragon fruit. The research approach utilized a completely random design with varying amounts of gelatin (0, 0.5, 1, 1.5, and 2%). Tensile strength, thickness, color, moisture, protein, antioxidant activity, and anthocyanin content were observed. All parameters of the treatment exhibited statistically significant ($p < 5\%$) differences in response to each treatment after gelatin addition. The highest value was obtained from the treatment of 2% of cobia skin gelatin, which had the following characteristics: tensile strength of 1.56 Mpa, thickness of 2.23 mm, color $L^* 28.35$; $a^* 7.70$; $b^* 8.64$, water content of 16.66%, protein content of 14.96%, antioxidant activity of 41.21%, and anthocyanin content of 5.43 mg/100 g. Fruit leather of red dragon fruit can be improved by adding gelatin from cobia fish skin.

Keyword: bromelain, fruit leather, gelatin, red dragon fruit

PENDAHULUAN

Peningkatan volume produksi pengolahan ikan berkolerasi positif dengan peningkatan volume limbah hasil industri pengolahan ikan. Produksi industri pengolahan ikan mengakibatkan banyaknya limbah yang terbuang dan tidak termanfaatkan secara optimal. Industri pengolahan ikan menghasilkan limbah hingga mencapai 40% dari total massa yang terdiri dari kepala, sisik, kulit, tulang (Nurilmala *et al.*, 2022). Salah satu ikan yang digunakan sebagai bahan baku industri adalah ikan cobia. Produksi ikan cobia di negara pembudidaya ikan cobia yaitu Cina, Panama, Vietnam, dan Taiwan mencapai 53.000 m.t. pada tahun 2020 (Bennetti *et al.*, 2021).

Kulit ikan mengandung kolagen yang tinggi dan dapat diekstrak menjadi gelatin. Gelatin memiliki sifat unik seperti kemampuan untuk berubah dari sol menjadi gel dan mempertahankan sifat koloidnya sehingga dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang yaitu kosmetik, farmasi, maupun makanan. Pada bidang pangan, gelatin kulit ikan dapat digunakan sebagai bahan pengental, pengemulsi, penstabil, dan pengawet (Huang *et al.*, 2018; Wang *et al.*, 2022).

Fruit leather merupakan produk yang dibentuk dengan penambahan gula dan tepung hingga menjadi pulp dan dikeringkan hingga membentuk lembaran-lembaran kompak, elastis, dan tidak lengket (Suna, 2014). *Fruit leather* berbentuk lembaran tipis dengan ketebalan 1–3 mm, kadar air 10–25%, mempunyai konsistensi dan rasa khas sesuai dengan jenis buah-buahan yang digunakan. Kriteria yang diharapkan dari *fruit leather* adalah warnanya yang menarik, teksturnya yang sedikit liat dan kompak, serta memiliki elastisitas yang baik sehingga dapat digulung atau tidak mudah patah. *Fruit leather* merupakan kudapan yang bernutrisi tinggi karena kaya akan mikronutrien, polifenol, antioksidan, pigmen, dan serat (Suna, 2019).

Banyak buah telah dimanfaatkan sebagai bahan *fruit leather* antara lain buah pepaya (Addai *et al.*, 2016), buah plum (Singh *et al.*, 2019), buah pisang (Setiaboma *et al.*, 2019), buah kiwi (Barman *et al.*, 2021), dan buah

naga putih (Raj & Dash, 2022). Buah naga merah merupakan buah tropis yang banyak dijumpai di Indonesia. Buah ini memiliki total pektin yang tinggi 705-804 mg/100 g untuk buah yang matang sehingga dapat digunakan sebagai bahan pembuatan *fruit leather* (Putro *et al.*, 2015). Namun, dalam pembuatan *fruit leather* terdapat kendala di antaranya adalah plastisitas yang rendah. Plastisitas yang rendah dapat menyebabkan produk mudah retak dan hancur (Abid *et al.*, 2018). Oleh karena itu untuk meningkatkan plastisitas *fruit leather* perlu ditambahkan bahan pengikat salah satunya adalah gelatin kulit ikan cobia. Selain itu penambahan gelatin ikan akan melindungi senyawa bioaktifnya. Menurut Vázquez-Sánchez *et al.* (2021), formasi matriks *fruit leather* dengan hidrokoloid mampu mempertahankan tingkat keterserapan senyawa bioaktifnya pada usus serta mencegah degradasi selama proses digesti secara *in vitro*. Hingga saat ini belum banyak penelitian yang menggunakan gelatin kulit ikan cobia pada pembuatan *fruit leather*. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan penambahan gelatin kulit ikan untuk memperbaiki karakteristik dari *fruit leather* buah naga merah. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan konsentrasi penambahan gelatin yang terbaik dalam menghasilkan *fruit leather*.

BAHAN DAN METODE

Pembuatan Gelatin Kulit Ikan Cobia (Trilaksani *et al.*, 2012)

Kulit ikan cobia yang sudah dibersihkan selanjutnya direndam dalam CH₃COOH 4% (1:3) selama 12 jam. Setelah perendaman selesai, kulit ikan selanjutnya dibilas dengan akuades hingga pH netral. Selanjutnya, kulit ikan direndam dengan NaOH 1% (1:3) selama 3 jam dan dicuci kembali setelah perendaman selesai hingga netral. Proses ekstraksi dilakukan dengan menambahkan enzim bromelain (5 mg/L) pada suhu 60-70°C selama 2 jam. Hasil ekstraksi selanjutnya dimasukkan ke dalam loyang kemudian dikeringkan pada suhu 60°C selama 48 jam. Setelah kering, gelatin kulit ikan cobia dihaluskan hingga membentuk tepung gelatin.

Pembuatan *Fruit Leather* (Praseptiangga *et al.*, 2016)

Pembuatan *fruit leather* dilakukan dengan membuang kulitnya lalu buah naga dihaluskan dengan blender. Selanjutnya ditambahkan tepung gelatin dengan konsentrasi yang berbeda (0; 0,5; 1; 1,5; dan 2%) dan gula (15%) (b/b). Penggunaan konsentrasi gelatin maksimum 2% sesuai dengan penelitian Fitantri *et al.* (2012), yaitu penggunaan gelatin lebih dari 2% maka tekstur *fruit leather* yang terbentuk akan sangat kenyal. Selanjutnya semua bahan yang ditambahkan dilakukan pemanasan pada suhu 60°C dan dilakukan pengeringan pada suhu 70°C selama tujuh jam. Setelah kering, *fruit leather* dipotong dengan ukuran 6x3 cm untuk selanjutnya dilakukan analisis karakteristik antara lain uji kuat tarik, uji ketebalan, uji kadar air, uji protein, uji antioksidan dan uji kadar antosianin.

Uji Kuat Tarik (Derniawan *et al.*, 2021)

Pengujian kuat tarik adalah suatu pengukuran terhadap bahan untuk menentukan kelenturan dan kekuatan suatu bahan terhadap tegangan tertentu serta pertambahan panjang yang dialami oleh bahan tersebut. Uji tarik ini menggunakan metode Lloyd Universal Testing Instrument dengan alat TAXT Plus Lloyd (UK). Pada uji tarik kedua ujung benda uji dijepit, salah satu dihubungkan dengan perangkat penegang. Regangan diterapkan melalui kepala silang yang digerakkan motor dan elongasi benda uji, dengan pergerakan relatif dari benda uji. Beban diperlukan untuk menghasilkan regangan tersebut.

Uji Ketebalan (Maulani & Hakiki, 2018)

Pengukuran ketebalan *fruit leather* menggunakan alat jangka sorong dengan ketelitian 0,1 mm. Nilai ketebalan merupakan hasil rata-rata dari pengukuran di beberapa titik yang berbeda.

Uji Warna (Permatasari *et al.*, 2018)

Pengujian warna merupakan salah satu uji untuk menentukan tingkat kecerahan (L^*) dan warna yang terbentuk dari *fruit leather*. Warna *fruit leather* dapat ditentukan dengan mengukur nilai a^* (komponen (+)

merah sampai (-) hijau) dan b^* (komponen (+) kuning sampai (-) biru). Prosedur kerja pengujian warna adalah sampel *fruit leather* utuh disiapkan lalu dipotong menjadi dua bagian selanjutnya diukur dengan Chroma Meter-CR400 (Konica Minolta, Jepang). Menu USER CALIB-NEW- $L^*a^*b^*$ yang tertera pada layar dipilih dan tombol pengukuran ditekan. Kepala pengukur diletakkan di atas sampel secara horizontal. Pengukuran dapat dimulai ketika lampu indikator menyala. Nilai L , a^* , dan b^* yang tertera pada layar dicatat. Pengulangan dengan langkah yang sama dilakukan sebanyak dua hingga tiga kali. Rona pada sampel dapat diketahui dengan meneruskan dalam perhitungan derajat *hue* ($^{\circ}$ Hue), menggunakan rumus berikut: $^{\circ}$ Hue = $\tan^{-1}(b^*/a^*)$ dan untuk mengetahui titik warna dapat menggunakan perangkat lunak color express 1.3.0 dengan memasukkan nilai a^* , b^* , dan L^* yang didapat dari *chroma meter*.

Uji Kadar Air (Badan Standardisasi Nasional [BSN], 2015)

Pengujian kadar air diawali dengan cawan kosong dimasukkan ke dalam oven Binder ED53 (Binder Inc., AS) dengan suhu 105°C selama dua jam. Cawan kosong yang sudah dioven kemudian dimasukkan dalam desikator selama 30 menit selanjutnya ditimbang bobotnya (A). Sampel uji ditimbang sebanyak 2 g ke dalam cawan (B). Cawan yang telah terisi sampel kemudian dioven dengan suhu 105°C dan ditimbang setiap tiga jam hingga berat sampel konstan. Setiap penimbangan dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit. Cawan yang selesai dioven kemudian dipindahkan ke dalam desikator dan ditimbang bobotnya (C).

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\%$$

Keterangan:

A=berat cawan kosong (g)

B=berat cawan+berat sampel (g)

C=berat cawan+berat sampel setelah dioven (g)

Uji Kadar Protein (BSN, 2006)

Penentuan kadar protein dilakukan dengan metode Kjeldahl. Metode Kjeldahl dibagi menjadi tiga tahapan proses di antaranya yaitu destruksi, destilasi dan titrasi. Tahapan

yang pertama yaitu menimbang sebanyak 2 g sampel yang sudah dihomogenkan, kemudian sampel diletakkan ke dalam kertas yang telah dilipat-lipat destruksi dan selanjutnya dimasukkan ke dalam labu destruksi. Sebanyak 2 tablet katalis, 15 mL H₂SO₄ pekat (95-97%) dan 3 mL H₂O₂ secara perlahan dan didiamkan selama 10 menit di dalam ruang asam. Selanjutnya proses destruksi dilakukan pada suhu 410°C selama dua jam atau sampai larutan menjadi jernih. Setelah dua jam didiamkan pada suhu kamar, selanjutnya sebanyak 50-75 mL akuades dan 25 mL H₃BO₃ 4% ditambahkan pada labu. Selanjutnya, labu yang berisi hasil destruksi dipasangkan pada rangkaian alat destilasi uap. Setelah dipasangkan, sebanyak 50-75 mL larutan natrium hidroksida-thiosulfat ditambahkan sebelum proses destilasi dilakukan. Pada tahapan destilasi, hasil destilasi ditampung dalam erlenmeyer hingga mencapai 150 mL (hasil destilat akan berubah menjadi kuning). Kemudian, proses destilasi dilakukan proses titrasi dengan HCl 0,2 N sampai warna berubah dari hijau menjadi abu-abu netral.

Uji Antioksidan (Rasyid *et al.*, 2020, dengan Modifikasi)

Sampel sebanyak 0,2 mL dimasukan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 3,8 mL larutan DPPH 0,001 M. Larutan dihomogenisasi dan dibiarkan selama 30 menit dalam ruangan gelap pada suhu ruang, sebelum diukur penyerapan radikal bebas pada panjang gelombang 517 nm dengan Spektrofotometer UV Mini 1240 (Shimadzu Jepang). Nilai absorbansi larutan DPPH juga diukur dengan cara memasukan akuades 0,2 mL dan ditambahkan 3,8 mL larutan DPPH. Aktivitas antioksidan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Aktivitas antioksidan} = \frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{sampel}}}{A_{\text{sampel}}} \times 100\%$$

Keterangan:

A kontrol = absorbansi kontrol

A sampel = absorbansi sampel

Uji Antosianin (Maulida & Guntarti, 2015)

Sampel sebanyak 10 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 mL. Selanjutnya,

sampel diencerkan dengan larutan HCl 1% dalam metanol sampai volume tertentu, jika terdapat kandungan antosianin maka akan membentuk warna ungu kemerahan. Selanjutnya, sampel didiamkan selama 16 jam, kemudian larutan disentrifugasi. Selanjutnya, 1 mL filtrat jernih dimasukkan ke dalam tabung reaksi dengan menambahkan 9 mL HCl-KCl bufer pH 1, selanjutnya larutan tersebut di homogenkan. 1 mL filtrat jernih dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 9 mL asetat bufer pH 4,5, kemudian divortex. Ekstrak dibaca absorbansinya dengan spektrofotometer UV mini 1240 (Shimadzu, Jepang) pada panjang gelombang 700 nm dan panjang gelombang maksimum sampel 520 nm. Rendemen ekstrak dihitung dengan rumus:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Bobot ekstrak}}{\text{Bobot simplisia kering}} \times 100\%$$

Perhitungan absorbansi larutan sampel (A) dengan perhitungan sebagai berikut:

$$A = (A_{520} - A_{700})_{\text{pH } 1,0} - (A_{520} - A_{700})_{\text{pH } 4,5}$$

$$\text{Konsentrasi antosianin (mg/100g)} = \frac{A \times MW \times DF \times V \times 100}{\epsilon \times l \times W}$$

Keterangan:

A = absorbansi sampel

MW = berat molekul dihitung sebagai sianidin-3-glukosida (MW = 449,2)

DF = faktor kelarutan

V = volume larutan induk sampel

W = berat ekstrak sampel

ε = (adsorptivitas molar sianidin-3-glukosida) 26.900 dan 100 merupakan faktor konversi untuk perhitungan dalam mg/100 sampel

Analisis Data

Penelitian perbaikan karakteristik *fruit leather* dengan penambahan gelatin ikan kulit ikan cobia menggunakan pola rancangan acak lengkap dengan pengulangan tiga kali. Data penelitian yang diperoleh diuji normalitas dan homogenitasnya, serta dianalisis dengan *Analysis of Varians* untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh perbedaan nyata. Apabila F hitung menunjukkan perbedaan nyata

pada taraf uji 95%, maka dilakukan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ). Data non parametrik dilakukan analisis Kruskal-Wallis. Analisis data dilakukan menggunakan SPSS 16.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat Tarik

Penambahan gelatin kulit ikan cobia memberikan pengaruh yang positif terhadap kuat tarik *fruit leather* buah naga merah. Semakin tinggi konsentrasi gelatin kulit ikan cobia yang ditambahkan, maka semakin tinggi pula kuat tariknya. Hasil pengujian kuat tarik *fruit leather* buah naga merah dengan penambahan konsentrasi gelatin yang berbeda tersaji pada *Figure 1*.

Pada perlakuan kontrol (0%) mempunyai kuat tarik 0,24 MPa, sedangkan pada perlakuan 2% mempunyai kuat tarik sebesar 1,56 MPa. *Fruit leather* buah naga merah pada penelitian ini mengalami peningkatan kekuatan tarik 195 hingga 650%. Penelitian ini didukung oleh penelitian Sidi *et al.* (2014) bahwa penambahan karagenan 0-0,9% dapat meningkatkan kuat tarik 0,3-1,39 MPa. Peningkatan kuat tarik *fruit leather* berkaitan dengan kemampuan gelatin dalam mengikat air dan membentuk gel. Menurut Praseptiangga *et al.* (2016), semakin besar penambahan bahan penstabil, gom arab,

maka tingkat ketahanan tarik dari *fruit leather* menjadi semakin tinggi. Tingginya kekuatan gel bahan baku yang digunakan menunjukkan bahwa gelatin memiliki gaya antar molekul yang kuat antar rantai polimer, jumlah protein yang terkandung dalam larutan gelatin ditentukan oleh jumlah rantai polimer protein yang berikatan satu sama lain. Semakin rendah kadar air dalam *fruit leather* saat proses pengovenan, jarak antar molekul rantai polimer protein menjadi lebih rapat dan menghasilkan nilai kekuatan tarik *fruit leather* yang lebih tinggi. Menurut Novita & Rahmadhia (2021), pemanasan protein dengan air menyebabkan terjadi pengikatan air oleh jaringan tiga dimensi yang kompak sehingga menghasilkan gel yang kuat. Gel tersebut terdiri dari makromolekul yang berupa jalinan atau anyaman benang polimer. Semakin banyaknya molekul penyusun, akan meningkatkan kekuatan peregangan atau *tensile strength* sehingga gaya yang diperlukan untuk meregang semakin besar dan semakin tahan terhadap kerapuhan atau sobek.

Ketebalan

Penambahan gelatin kulit ikan cobia tidak berpengaruh nyata ($p>0,05$) terhadap ketebalan *fruit leather* buah naga merah yang dihasilkan. Berdasarkan *Figure 2* semakin

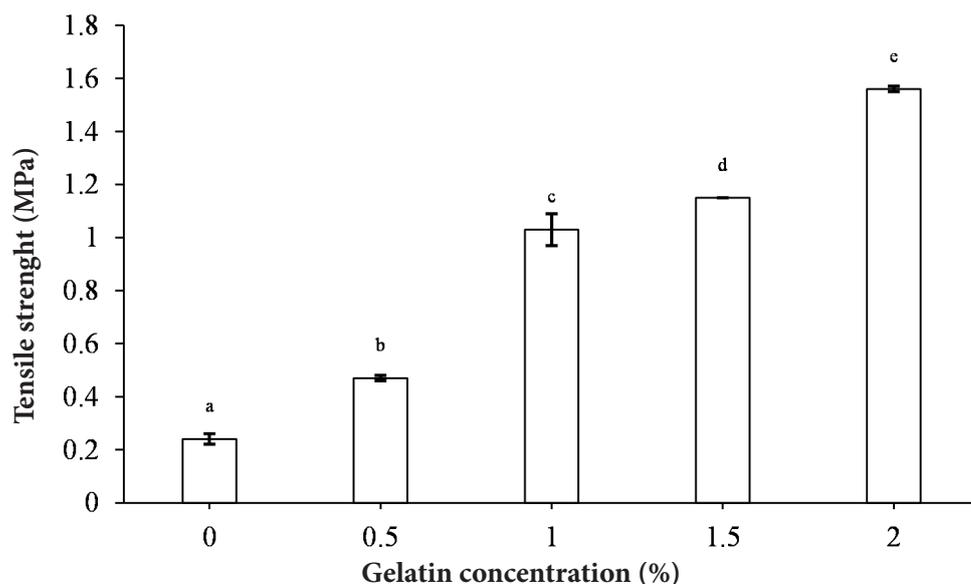


Figure 1 Tensile strength of red dragon fruit leather with different cobia skin gelatin concentration

Gambar 1 Kuat tarik *fruit leather* buah naga merah dengan gelatin kulit ikan cobia

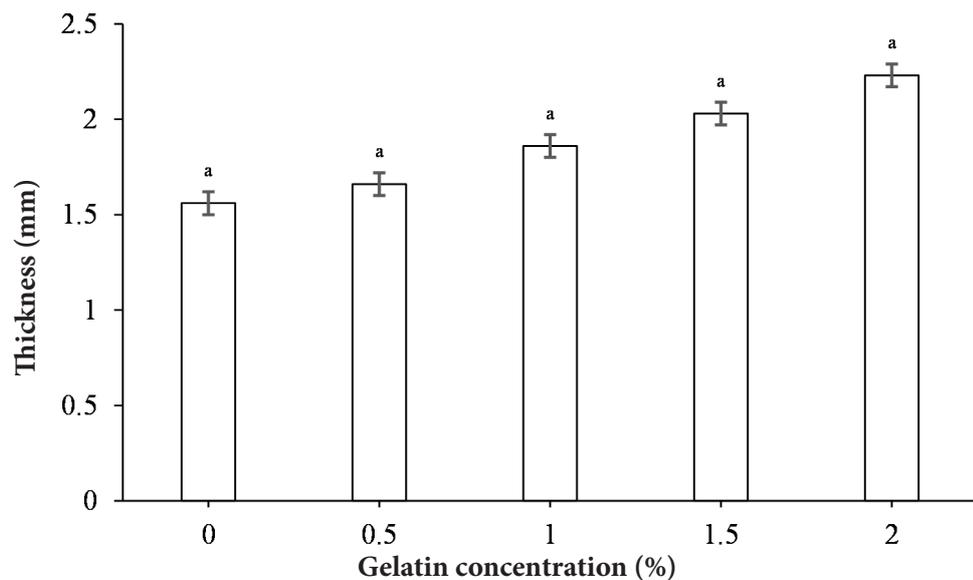


Figure 2 Thickness of red dragon fruit leather with different cobia skin gelatin concentration

Gambar 2 Ketebalan *fruit leather* buah naga merah dengan gelatin kulit ikan cobia

tinggi konsentrasi gelatin kulit ikan cobia yang ditambahkan, maka semakin tebal *fruit leather* yang dihasilkan.

Konsentrasi 0% *fruit leather* mempunyai ketebalan 1,56 mm sedangkan konsentrasi 2% sebesar 2,23 mm, sedangkan nilai terendah pada konsentrasi 0,5% sebesar 1,66 mm. Nurdiani *et al.* (2019) menyatakan semakin tinggi konsentrasi gelatin kulit ikan kakap akan meningkatkan total padatan sehingga nilai ketebalan menjadi besar. Penggunaan penstabil dengan konsentrasi 1% memiliki ketebalan yang paling tinggi yaitu $187,33 \pm 2,2$ μm , sedangkan ketebalan terendah pada konsentrasi 0% yaitu $124 \pm 15,72$ μm . Peningkatan konsentrasi penstabil akan meningkatkan polimer penyusun matriks. Hal ini terjadi karena gelatin dapat mengikat air dan membentuk gel. *Fruit leather* memiliki kadar air yang lebih tinggi ketika konsentrasi gelatin yang ditambahkan rendah. Pada saat pengeringan air akan semakin banyak menguap sehingga mengakibatkan ketebalan *fruit leather* menurun (Zaidiyah *et al.*, 2021).

Warna

Perbedaan penambahan konsentrasi gelatin kulit ikan cobia berpengaruh terhadap warna dari produk *fruit leather* buah naga merah. Kecerahan dari *fruit leather* buah naga

merah mengalami kenaikan seiring dengan besarnya konsentrasi yang ditambahkan. Semakin tinggi konsentrasi gelatin yang ditambahkan, semakin tinggi kecerahannya. *Table 1* menunjukkan hasil pengujian warna *fruit leather* dengan penambahan konsentrasi gelatin yang berbeda.

Gelatin memiliki warna yang cenderung kuning jernih sehingga saat ditambahkan akan memberikan warna yang cerah dengan banyaknya proporsi gelatin yang ditambahkan maka tingkat kecerahan *fruit leather* juga semakin meningkat. Pigmen warna merah antosianin dari buah naga juga memengaruhi tingkat kecerahan *fruit leather*. Hal tersebut karena kandungan protein dalam gelatin dapat membentuk kopigmentasi (penggabungan antar molekul yang memengaruhi stabilitas warna) sehingga warna merah yang dihasilkan lebih cerah. Berdasarkan hasil uji warna parameter kecerahan (L^*), *fruit leather* gelatin kulit ikan cobia konsentrasi 2% memiliki nilai 28,35 di mana *fruit leather* tersebut cukup terang atau cerah. Menurut Romadhon *et al.* (2019), notasi L^* memberikan parameter kecerahan dengan rentang nilai dari 0 hingga 100, menunjukkan dari gelap ke terang. Semakin tinggi nilai L^* yang dihasilkan, maka semakin terang warna sampel uji.

Table 1 Color of red dragon fruit leather with different cobia skin gelatin concentration
Tabel 1 Warna *fruit leather* buah naga merah dengan penambahan gelatin kulit ikan cobia

| Gelatin concentration (%) | Color | | |
|---------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| | L* | a* | b* |
| 0 | 24.68±0.29 ^a | 2.91±0.07 ^a | 5.22±0.13 ^a |
| 0.5 | 25.63±0.09 ^b | 3.68±0.26 ^b | 6.30±0.26 ^b |
| 1 | 26.62±0.07 ^c | 4.38±0.35 ^c | 7.29±0.04 ^{bc} |
| 1.5 | 27.41±0.31 ^d | 6.29±0.22 ^d | 8.00±0.35 ^c |
| 2 | 28.35±0.27 ^e | 7.70±0.22 ^e | 8.64±0.74 ^d |

L* value indicates lightness, a* redness, and b* yellowness;

Different letter on the same column indicate significant differences

Berbeda dengan parameter kecerahan, nilai a* (*redness*) yang dihasilkan cenderung meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi gelatin. Kenaikan nilai *redness* dengan nilai positif menunjukkan bahwa *fruit leather* memiliki intensitas warna cenderung merah. Kurniadi *et al.* (2019) menyatakan notasi a* memiliki nilai dari -100 hingga +100, dari hijau ke merah. Jika skala nilainya positif, sampel memiliki warna merah, jika skala nilainya negatif sampel memiliki warna hijau. Menurut Ridhani *et al.* (2021), perubahan warna terjadi karena adanya proses pemanasan yang disebabkan oleh reaksi karamelisasi. Reaksi karamelisasi merupakan reaksi yang terjadi karena adanya interaksi gula-gula pada suhu yang tinggi (80°C).

Hasil pengujian warna pada parameter b* (*yellowness*) mengalami kenaikan seiring dengan peningkatan konsentrasi gelatin yang ditambahkan. Nilai b* berkisar dari -100 hingga +100 mewakili biru hingga kuning. Jika skala nilai negatif, sampel cenderung berwarna biru, dan jika skala nilai positif, sampel cenderung berwarna kuning. Hasil yang didapat dari pengujian menunjukkan bahwa *fruit leather* perlakuan penambahan gelatin memiliki nilai positif. Hasil yang didapat dari pengujian menunjukkan bahwa *fruit leather* memiliki nilai positif. Menurut Rahardjo *et al.* (2020), keberadaan protein dari gelatin dan penambahan gula yang cukup tinggi pada bahan *fruit leather* memengaruhi tingkat kecerahan karena berefek pada reaksi Maillard dan karamelisasi saat proses pemanasan. Reaksi Maillard adalah reaksi

yang terjadi antara karbohidrat pada gugus pektin dan protein pada gelatin.

Kadar Air

Kadar air adalah salah satu sifat yang paling penting dari produk makanan. Hal ini karena kadar air dapat memengaruhi penampilan, tekstur, umur simpan, dan rasa makanan. Penambahan gelatin kulit ikan cobia dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar air *fruit leather* buah naga merah. Table 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi gelatin kulit ikan cobia yang ditambahkan, maka semakin rendah kadar air pada *fruit leather* buah naga merah.

Hasil analisis kadar air *fruit leather* dengan penambahan gelatin kulit ikan dengan konsentrasi yang berbeda didapat nilai tertinggi pada perlakuan konsentrasi 0,5% sebesar 20,62%, sedangkan nilai terendah pada perlakuan konsentrasi 2% sebesar 16,66%. Hasil kadar air *fruit leather* dengan konsentrasi gelatin 2% paling rendah dibandingkan dengan konsentrasi lainnya, hal ini karena gelatin mampu menyerap dan mengikat air. Semakin rendah konsentrasi gelatin maka ikatan antar molekulnya juga semakin sedikit, sehingga jumlah air yang terperangkap lebih sedikit. Berdasarkan hasil penelitian Valenzuela & Aguilera (2013), kadar air *fruit leather* apel pada perlakuan gelatin 0,5% berbeda nyata dengan perlakuan 1% dan 1,5%. Kadar air terendah terdapat pada perlakuan penambahan gelatin 1,5%. Kadar air semua perlakuan penambahan

Tabel 2 Moisture of red dragon fruit leather with different cobia skin gelatin concentration
Tabel 2 Kadar air *fruit leather* buah naga merah dengan penambahan gelatin kulit ikan cobia

| Gelatin concentration (%) | Moisture |
|---------------------------|-------------------------|
| 0 | 24.70±0.24 ^e |
| 0.5 | 20.62±0.16 ^d |
| 1 | 19.43±0.12 ^c |
| 1.5 | 18.71±0.06 ^b |
| 2 | 16.66±0.07 ^a |

gelatin masih di bawah SNI 01-1718-1996, di mana kadar air maksimum untuk manisan kering buah-buahan adalah 25%. Menurut Arizona *et al.* (2021), air yang teranalisis pada penetapan kadar air adalah air bebas yang ada dalam bahan. Air yang teranalisis dalam hal ini termasuk juga air yang terikat secara fisik yaitu air yang terdapat di dalam misel-misel gel gelatin pada *fruit leather*. Semakin besar jumlah gelatin yang ditambahkan maka akan semakin banyak air yang terikat dalam misel-misel gel gelatin.

Kadar air *fruit leather* semakin menurun disebabkan konsentrasi gelatin yang semakin meningkat. Kadar air *fruit leather* menurun karena gelatin dapat mengikat air dan membentuk gel. Adanya ikatan protein yang dihasilkan oleh gelatin dengan air memengaruhi menurunnya kadar air. Protein dapat mengikat air karena adanya gugus asam amino polar. Suatu protein bersifat hidrofilik jika rantai peptida mengandung gugus polar. Menurut Masri *et al.* (2013), menurunnya jumlah air yang terikat pada protein menyebabkan gaya tarik menarik antara molekul protein lebih kuat bila dibandingkan dengan gaya tarik menarik antara molekul air.

Pada kadar air yang lebih rendah, nilai yang diperoleh berbanding terbalik dengan kadar proteinnya. Kadar air yang rendah diakibatkan oleh gelatin yang digunakan serta proses pengeringan yang terjadi. Kandungan gula yang ditambahkan ke dalam *fruit leather* akan dipaksa keluar akibat adanya pemanasan dan pengeringan. Proses tersebut diakibatkan gula mengalami titik didihnya yang terus berlangsung sehingga air menguap semua dan keseluruhan larutan cairan gula ikut

melebur. Proses pemasakan akan membentuk reaksi karamelisasi yang diberikan oleh gula. Menurut Santoso *et al.* (2015), perbedaan kadar air pada setiap perlakuan tergantung pada jumlah kolagen yang menjadi gelatin sehingga menyebabkan ikatan hidrogen non kolagen mengikat molekul air, sehingga menguap bersama air pada saat proses pengeringan sehingga menyebabkan kadar air menjadi rendah.

Perbedaan komposisi air pada proses pembuatan *fruit leather* dengan meningkatnya penambahan konsentrasi gelatin juga memengaruhi kadar air *fruit leather* menurun. Semakin besar konsentrasi penambahan gelatin pada *fruit leather* maka semakin rendah komposisi air yang terkandung. Menurut Prhiradhani & Yuniarta (2016), rendahnya kandungan air pada *fruit leather* gelatin kulit ikan dapat disebabkan karena formulasi bahan yang dilakukan berbeda dan komposisi bahan yang berbeda.

Kadar Protein

Penambahan gelatin kulit ikan cobia dengan konsentrasi yang berbeda mampu meningkatkan kadar protein pada *fruit leather* buah naga merah. Peningkatan kadar protein pada *fruit leather* buah naga merah disajikan pada *Figure 3*. Hasil analisis kadar protein *fruit leather* dengan penambahan gelatin kulit ikan dengan konsentrasi yang berbeda menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi gelatin yang ditambahkan, maka semakin tinggi pula kadar protein yang terkandung pada *fruit leather* buah naga merah. Nilai terendah didapatkan pada perlakuan 0% dengan kadar protein 3,68% yang merupakan

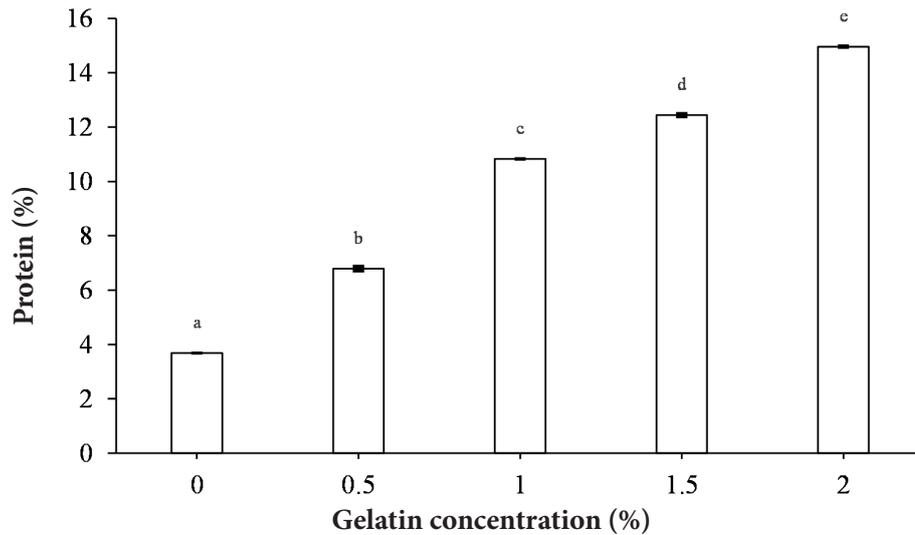


Figure 3 Protein content of red dragon fruit leather with different cobia skin gelatin concentration

Gambar 3 Kadar protein fruit leather buah naga merah dengan gelatin kulit ikan cobia

protein dari buah naga merah dan bahan lainnya, namun setelah ditambahkan gelatin kulit ikan cobia dari 0,5% sampai 2%, kadar protein meningkat hingga mencapai 14,96%.

Protein merupakan nutrisi penting bagi tubuh karena berperan sebagai bahan bakar dan bahan pembangun di dalam tubuh. Salah satu kadar protein pada kulit buah dipengaruhi oleh penambahan gelatin yang digunakan. Gelatin yang digunakan dalam pembuatan *fruit leather* adalah gelatin kulit ikan yang memiliki protein yang tinggi, sehingga penggunaan gelatin dapat meningkatkan kandungan protein *fruit leather*. Berdasarkan penelitian Al-Hassan & Norziah (2012), kadar protein gelatin ikan mencapai 81,3%, sehingga penambahan gelatin akan menambah protein pada *fruit leather*. Nilai kandungan protein ini dipengaruhi oleh bahan baku gelatin ikan yang digunakan, yang dipengaruhi oleh kandungan gelatin kulit ikan. Peningkatan kadar protein ini dapat meningkatkan jumlah rantai polipeptida yang menyebabkan susunan matriks protein lebih kuat dan padat sehingga terjadi peningkatan kekuatan gel (Irvan *et al.*, 2019).

Aktivitas Antioksidan

Penambahan gelatin kulit ikan cobia dengan konsentrasi yang berbeda pada *fruit leather* buah naga merah terbukti dapat meningkatkan aktivitas antioksidan.

Figure 4 menunjukkan peningkatan aktivitas antioksidan *fruit leather* buah naga merah sebelum dan setelah penambahan konsentrasi gelatin yang berbeda. Nilai *Radical Scavenging Activity* DPPH *fruit leather* buah naga menunjukkan peningkatan yang signifikan ($p < 0,05$) setelah *fruit leather* ditambahkan gelatin kulit ikan cobia. Nilai aktivitas antioksidan DPPH *fruit leather* yang tidak ditambahkan gelatin (0%) sekitar 35,91%, setelah ditambahkan gelatin kulit ikan cobia aktivitas antioksidan meningkat 12,86% hingga mencapai 41,21%. Tingginya kandungan aktivitas antioksidan pada *fruit leather* disebabkan karena kandungan kandungan senyawa bioaktif, vitamin, maupun senyawa polifenol (Raj & Wash, 2022) yang dapat berfungsi sebagai antioksidan. Polifenol yang terkandung di buah naga antara lain asam galat, katekin, asam klorogenat, asam ferulat, asam kafeat, dan vanilin. Selain itu, buah naga juga mengandung antosianin dan betalains (Zitha *et al.*, 2022). Selain itu, senyawa bioaktif pada buah naga merah yang menjadi sumber antioksidan pada *fruit leather* antara lain asam kafeat, asam ferulat dan asam protokatekuat (Arivalagan *et al.*, 2021; Zitha *et al.*, 2022).

Berdasarkan hasil pengujian DPPH, seiring dengan meningkatnya kadar gelatin yang ditambahkan pada *fruit leather* aktivitas antioksidan juga semakin meningkat. Hal

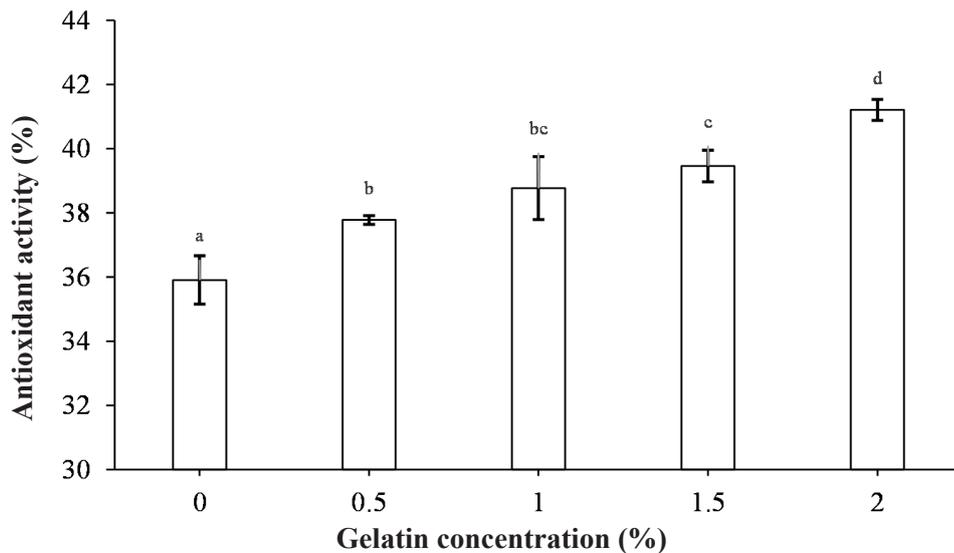


Figure 4 Antioxidant activity of red dragon fruit leather with different cobia skin gelatin concentration
Gambar 4 Aktivitas antioksidan fruit leather buah naga merah dengan gelatin kulit ikan

ini diduga karena gelatin ikan memiliki kandungan senyawa peptida yang dapat berfungsi sebagai antioksidan. Gelatin mengandung berbagai jenis asam amino yang berkontribusi pada berbagai fungsi termasuk antioksidan, antihipertensi, antimikroba. Gelatin ikan cobia mengandung jenis asam amino glisina, prolina, leusina. Secara umum, asam amino mampu bertindak sebagai penangkap radikal, proton donor, dan ion logam. Asam amino antioksidan adalah asam amino yang umumnya pendek dan urutan asam amino merupakan faktor penentu efektivitas antioksidan. Menurut Nikoo *et al.* (2015), asam amino gelatin yang berkontribusi dalam menangkal radikal bebas adalah glisina dan prolina. Leusina termasuk asam amino dengan aktivitas antioksidan yang sangat kuat.

Penelitian ini senada dengan penelitian Rosmawati (2018) yaitu semakin tinggi level gelatin ke dalam produk makanan maka kandungan antioksidan semakin tinggi. Hal ini diperkuat oleh Lv *et al.* (2019), gelatin berperan sangat besar untuk meningkatkan nilai gizi dan kualitas dari suatu produk juga bermanfaat bagi kesehatan sebagai antioksidan, antihipertensi dan antikanker.

Antosianin

Antosianin merupakan komponen fenol larut air yang berwarna ungu (Vargas *et al.* 2013). Antosianin banyak ditemukan di

sayuran maupun buah di antaranya adalah buah naga merah. Senyawa ini berperan sebagai antioksidan dan dapat menurunkan kolesterol. Hasil pengujian antosianin *fruit leather* dengan penambahan konsentrasi gelatin yang berbeda tersaji pada *Figure 5*.

Hasil analisis kadar antosianin *fruit leather* dengan penambahan gelatin kulit ikan cobia pada konsentrasi yang berbeda menunjukkan korelasi yang positif. *Fruit leather* yang tidak ditambahkan gelatin kulit mempunyai kadar 2,57 mg/100 g sedangkan pada *fruit leather* yang ditambahkan mencapai 5,43 mg/100 g pada konsentrasi gelatin kulit ikan cobia 2%. Hasil ini sama dengan penelitian Winarti *et al.* (2020), yaitu semakin tinggi konsentrasi bahan pengikat (rumput laut) mengakibatkan kadar antosianin pada *fruit leather* semakin tinggi. Gugus hidroksil yang ada pada gelatin kulit ikan cobia dimungkinkan dapat melindungi senyawa antosianin. Hal ini sesuai dengan penelitian Febriyanti & Yuniarta (2015), yang menyatakan bahwa gugus hidroksil pada gelatin dapat membentuk struktur *double helix* yang dapat melindungi senyawa antosianin dari suhu tinggi selama pemasakan serta oksigen. Selain itu, penambahan gelatin dapat meningkatkan absorpsi sinar UV karena terjadi kopigmentasi sehingga dapat memberikan kestabilan warna antosianin (Husna *et al.*, 2013; Roy & Rhim, 2020).

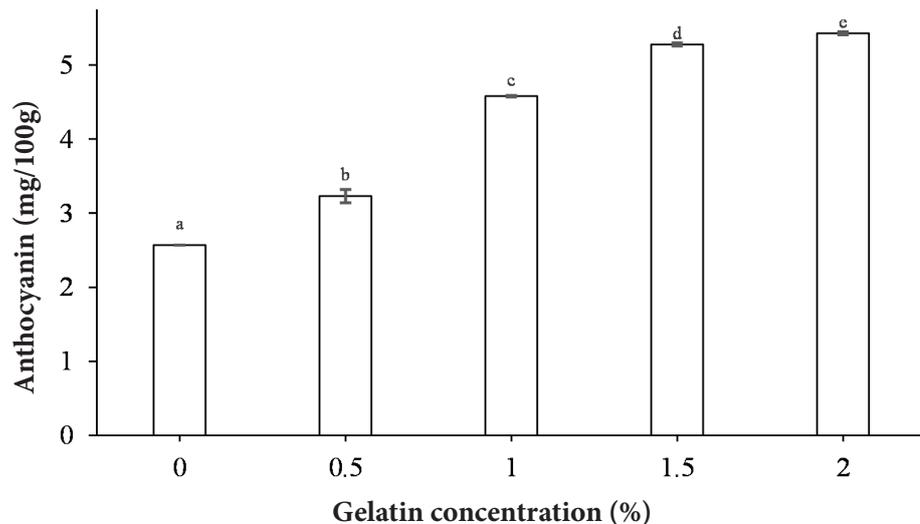


Figure 5 Anthocyanin of red dragon fruit leather with different cobia skin gelatin concentration
Gambar 5 Kadar antosianin *fruit leather* buah naga merah dengan gelatin kulit ikan cobia

KESIMPULAN

Penambahan gelatin kulit ikan cobia memberikan pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) terhadap perbaikan karakteristik *fruit leather* dan semua perlakuan penambahan gelatin kulit ikan cobia telah memenuhi kriteria kadar air SNI 01-1718-1996. Perlakuan penambahan gelatin kulit ikan cobia dengan konsentrasi 2% pada *fruit leather* buah naga merah dapat meningkatkan secara signifikan ($p < 0,05$) parameter fisikokimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Abid, M., Yaich, H., Hidouri, H., Attia, H. & Ayadi, M.A. (2018). Effect of substituted gelling agents from pomegranate peel on colour, textural and sensory properties of pomegranate jam. *Food chemistry*, 239, 1047-1054.
- Addai, Z.R., Abdullah, A., Mutalib, S.A. & Musa, K.H. (2016). Evaluation of fruit leather made from two cultivars of papaya. *Italian Journal of Food Science*, 28(1), 73-82.
- Al-Hassan, A.A. & Norziah, M.H. (2012). Starch-gelatin edible films: Water vapor permeability and mechanical properties as affected by plasticizers. *Food Hydrocolloids*, 26(1), 108-117.
- Arivalagan, M. G., Karunakaran, T. K., Roy, M., Dinsha, B. C., Sindhu, V. M., Shilpashree, G. C., Satisha, & Shivashankara, K. S. (2021). Biochemical and nutritional characterization of dragon fruit (*Hylocereus* species). *Food Chem.*, 353. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129426>
- Arizona, K., Laswati, D. T., & Rukmi, K. S. A. (2021). Studi pembuatan marshmallow dengan variasi konsentrasi gelatin dan sukrosa. *Agrotech: Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian*, 3(2), 11- 17.
- Badan Standardisasi Nasional. (2006). Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI 01-2354.2-2006. Penentuan Kadar Air pada Produk Perikanan.
- Barman, M., Das, A.B., & Badwaik, L.S. (2021). Effect of xanthan gum, guar gum, and pectin on physicochemical, color, textural, sensory, and drying characteristics of kiwi fruit leather. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(5), 15478.
- Benetti, D.D., Suarez, J., Camperio, J., Hoenig, R.H., Tudela, C.E., Daugherty, Z., McGuigan, C.J., Mathur, S., Anchieta, L., Buchalla, Y., & Alarcón, J. (2021). A Review on cobia, *Rachycentron canadum*, aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society*, 52(3), 691-709.
- Derniawan, T. H., Nurdin, N., & Fakhriza, F. (2021). Analisa pengaruh putaran spindle pada friction welding terhadap tensile strength Aluminium A6061. *Journal of Welding Technology*, 3(1), 12-16.

- Dewantoro, A. A., Kurniasih, R. A., & Suharto, S. (2019). Aplikasi gelatin kulit ikan cobia (*Rachycentron canadum*) sebagai pengental sirup nanas. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 1 (1), 37-46.
- Febriyanti, S., & Yuniarta, Y. (2015). Pengaruh konsentrasi karagenan dan rasio sari jahe empurit (*Zingiber officinale* var. Rubrum) terhadap sifat fisik, kimia, dan organoleptik jelly drink jahe. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2), 542-550.
- Huang, T., Tu, Z.C., Shangguan, X., Wang, H., Sha, X., & Bansal, N. (2018). Rheological behavior, emulsifying properties and structural characterization of phosphorylated fish gelatin. *Food Chemistry*, 246, 428-436.
- Husna, E. N., Novita, M., & Rohaya, S. (2013). Kandungan antosianin dan aktivitas antioksidan ubi jalar ungu segar dan produk olahannya. *Agritech*, 33(3), 296-302.
- Irvan, M., Darmanto, Y. S., & Purnamayati, L. (2019). Pengaruh penambahan gelatin dari kulit ikan yang berbeda terhadap karakteristik chikuwa. *Jurnal Ilmu Pangan Dan Hasil Pertanian*, 3(1), 78-93.
- Kurniadi, M., Angwar, M., Miftahkussolikah, A. D., & Khusnia, N. (2019). Karakteristik cookies dari campuran tepung ubi kayu termodifikasi (mocaf), tempe, telur kacang hijau dan ikan lele. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 30(1), 1-9.
- Lv, L. C., Huang, Q. Y., Ding, W., Xiao, X. H., Zhang, H. Y., & Xiong, L. X. (2019). Fish gelatin: The novel potential applications. *Journal of Functional Foods*, 63, 103581.
- Masri, M. (2013). Isolasi dan pengukuran aktivitas enzim bromelain dari ekstrak kasar bonggol nanas (*Ananas comosus*) pada variasi suhu dan pH. *BIOSEL (Biology Science and Education): Jurnal Penelitian Science dan Pendidikan*, 2(1), 70-79.
- Maulani, T. R., & Hakiki, D. N. (2018). Karakteristik sifat fisikokimia nata de taro talas beneng dengan perbedaan konsentrasi *Acetobacter xylinum* dan sumber karbon. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 28(3).
- Maulida, R., & Guntarti, A. (2015). Pengaruh ukuran partikel beras hitam (*Oryza sativa* L.) terhadap rendemen ekstrak dan kandungan total antosianin. *Pharmaciana*, 5(1), 9-16.
- Nikoo, M., Benjakul, S., & Xu, X. (2015). Antioxidant and cryoprotective effects of amur sturgeon skin gelatin hydrolysate in unwashed fish mince. *Food Chemistry*, 181, 295-303.
- Novita, D. B., & Rahmadhia, S. N. (2021). Sifat fisiko-kimia kemasan berbasis gelatin dengan variasi penambahan gliserol dan ekstrak daun kersen (*Muntingia calabura*). *Jurnal Teknologi Pangan*, 15(2), 1-13.
- Nurdiani, R., Yufidasari, H. S., & Sherani, J. S. (2019). Karakteristik edible film dari gelatin kulit ikan kakap merah (*Lutjanus argentimaculatus*) dengan penambahan pektin. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(1), 174-186.
- Nurilmala, M., Suryamarevita, H., Hizbullah, H.H., Jacob, A.M., & Ochiai, M. (2022). Fish skin as biomaterial for halal collagen and gelatin. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(2), 1100-1110.
- Permatasari, A. A., Sumardianto, S., & Rianingsih, L. (2018). Perbedaan konsentrasi pewarna alami kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus*) terhadap warna terasi udang rebon (*Acetes* sp.). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 11(1), 39-52.
- Praseptiangga, D., Aviany, T. P., & Parnanto, N. H. R. (2016). Pengaruh penambahan gum arab terhadap karakteristik fisikokimia dan sensoris fruit leather nangka (*Artocarpus heterophyllus*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 9(1), 71-83.
- Purbaningtias, T. E., Aprilia, A. C., & Fauzi'ah. (2017). The study of temperature and UV light effect in anthocyanin extract from dragon fruit (*Hylocereus costaricensis*) rind using UV-Visible spectrophotometer (Conference Session). Development of Chemical Education in 21st Century Learning.
- Putro, C. A., Surjoseputroa, S., & Setijawatia, E. (2015). Pengaruh konsentrasi buah naga merah terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik fruit leather pulp kulit

- durian-buah naga merah merah. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 14(2), 61-66.
- Rahardjo, M., Wahyu, F. D., & Nadia, E. T. (2020). Karakteristik fisik, sensori, serta aktivitas antioksidan roti dengan tambahan serbuk teh hijau. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 8(1), 47- 55.
- Raj, G. B., & Dash, K. K. (2022). Development of hydrocolloids incorporated dragon fruit leather by conductive hydro drying: Characterization and sensory evaluation. *Food Hydrocolloids for Health*, 100086.
- Rasyid, F. A., Handayani, S., & Kurniawati, I. (2020). Uji aktivitas antioksidan ekstrak daun karet kebo (*Ficus elastica*) dengan metode peredaman radikal bebas DPPH (1, 1-Diphenyl-2-Picrylhydrazil). *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy)* 6(1), 141-150.
- Ridhani, M. A., & Aini, N. (2021). Potensi penambahan berbagai jenis gula terhadap sifat sensori dan fisikokimia roti manis. *Pasundan Food Technology Journal*, 8(3), 61-68.
- Romadhon, R., Darmanto, Y. S., & Kurniasih, R. A. (2019). The difference characteristics of collagen from tilapia (*Oreochromis niloticus*) bone, skin, and scales. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(2), 403-410.
- Rosmawati, Abustam, E., Tawali, A. B., Said, M. I., & Sari, D. K. (2018). Effect of body weight on the chemical composition and collagen content of snakehead fish *Channa striata* Skin. *Fisheries science*, 84(6), 1081-1089.
- Roy, S., & Rhim, J. W. (2021). Anthocyanin food colorant and its application in pH-responsive color change indicator films. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(14), 2297-2325.
- Santoso, C., Surti, T. , & Sumardianto. (2015). Perbedaan penggunaan konsentrasi larutan asam sitrat dalam pembuatan gelatin tulang rawan ikan pari mondol (*Himantura gerrardi*). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 4(2), 106-114.
- Setiaboma, W., Fitriani, V., & Mareta, D. T. (2019, 19-20 Oktober 2018). Characterization of fruit leather with carrageenan addition with various bananas [Conference session]. International Conference on Science, Infrastructure Technology and Regional Development, Institut Teknologi Sumatera campus, Lampung Selatan, Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/258/1/012004>
- Sidi, N. C., Widowati, E., & Nursiwi, A. (2014). Pengaruh penambahan karagenan pada karakteristik fisikokimia dan sensoris fruit leather nanas (*Ananas comosus* L. Merr.) dan wortel (*Daucus carota*). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 3(4), 122-127.
- Singh, A., Sonkar, C., & Shingh, S. (2019). Studies on development of process and product of plum fruit leather. *Studies*, 4(5).
- Standar Nasional Indonesia. (1996). Syarat mutu manisan kering buah-buahan.
- Suna, S. (2019). Effects of hot air, microwave and vacuum drying on drying characteristics and in vitro bioaccessibility of medlar fruit leather (pestil). *Food Science and Biotechnology*, 28(5), 1465-1474.
- Suna, S., Tamer, C. E., Incedayi, B., Sinir, G.Ö., & Çopur, Ö.U. (2014). Impact of drying methods on physicochemical and sensory properties of apricot pestil. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 13(1), 47-55
- Valenzuela, C., & Aguilera, J. M. (2013). Aerated apple leathers: Effect of microstructure on drying and mechanical properties. *Drying Technology*, 31(16), 1951-1959.
- Vargas, M.L.V., Cortez, J.A.T., Duch, E.S., Lizama, A.P., & Méndez, C.H.H. (2013). Extraction and stability of anthocyanin present in the skin of the dragon fruit (*Hylocereus undatus*). *Food and Nutrition Science*, 4, 1221-1228.
- Vázquez-Sánchez, A.Y., Corfield, R., Sosa, N., Salvatori, D. & Schebor, C. (2021) Physicochemical, functional, and sensory characterization of apple leathers enriched with acáchul (*Ardisia compressa* Kunth) powder. *LWT Food Science and Technology*, 146.
- Wang, H., Liu, W., Cheng, Y., Ma, L., & Zhang, Y. (2022). Stabilizing performance of montmorillonite on fish gelatin-

- monascorubins system by labyrinth effect. *Progress in Organic Coatings*, 170, 106979.
- Winarti, S., Sarofa, U., & Wulandari, V. V. (2020). Karakteristik fruit leather dari buah bidara (*Ziziphus mauritiana*) dan kulit buah naga merah serta rumput laut sebagai bahan pengikat. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 14(1), 99-111.
- Zaidiyah, Z., Malini, C. P., & Abubakar, Y. (2021). Karakteristik fisikokimia fruit leather jambu biji (*Psidium guajava* L.) dengan variasi konsentrasi gum arab dan sukrosa. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 13(2), 79-84.
- Zitha, E. Z. M., Magalhães, D. S., do Lago, R. C., Carvalho, E. E. N., Pasqual, M., & Boas, E. V. D. B. V. (2022). Changes in the bioactive compounds and antioxidant activity in red-fleshed dragon fruit during its development. *Scientia Horticulturae*, 291, 110611.