

Pengaruh Gelatin Tulang Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) terhadap Mutu *Frozen Yogurt*

Effect of Gelatin from Milkfish Bone (Chanos chanos) on Frozen Yogurt Quality

Elva Hariana Puspa, Setya Budi Muhammad Abduh*, Sri Mulyani

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang

Abstract. *Frozen yogurt has the tendency to undergo recrystallization during storage, resulting in a sandy texture that necessitates the use of a stabilizer. The purpose of this study was to investigate the impact of milkfish bone gelatin on the quality of frozen yogurt, as the product may recrystallize during storage, leading to undesirable sandiness that requires a stabilizer. Various concentrations of milkfish bone gelatin stabilizer (0, 0.3, 0.6, and 0.9% (w/w)) were added to frozen yogurt, and the samples were tested for total solids, overrun, melting time, LAB profile, and sensory characteristics. The results showed that the addition of gelatin from milkfish bone increased total solids and melting time, decreased overrun, maintained the cell count of LAB, and softened the texture. However, there was no significant difference ($p>0.05$) observed in non-fishy aroma, white color, hedonic scores, and sour taste of frozen yogurts after one week of storage. The PCA analysis indicated distinct clusters between frozen yogurt with and without the addition of milkfish bone gelatin, which was consistent with ANOVA and Kruskal Wallis results. Based on the findings, the recommended treatment is to add 0.3% milkfish bone gelatin to frozen yogurt with a total solids content of 34.53%, overrun of 17.58%, melting time of 14.75 minutes, LAB profile of 4.2×10^8 CFU/mL, white color score of 7.64, non-fishy odor score of 8.40, sour taste score of 6.44, soft texture score of 7.88, and overall preference score of 8.20 (on a 1-10 scale).*

Keywords: *lactic acid bacteria, recrystallization, sandiness, stabilizer*

Abstrak. *Frozen yogurt selama penyimpanan dapat mengalami rekristalisasi yang mengakibatkan tekstur menjadi tidak lembut, sehingga perlu ditambahkan penstabil. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan gelatin yang dibuat dari tulang ikan bandeng terhadap mutu frozen yogurt. Frozen yogurt dibuat dengan variasi level gelatin tulang ikan bandeng sebanyak 0; 0,3; 0,6; dan 0,9% b/b, kemudian diuji total padatan, overrun, waktu leleh, profil total bakteri asam laktat (BAL), dan sensori. Penambahan gelatin tulang ikan bandeng dapat meningkatkan total padatan dan waktu leleh, menurunkan overrun, mempertahankan jumlah BAL, serta melembutkan tekstur, namun tidak berpengaruh secara nyata ($p>0,05$) terhadap aroma tidak amis, warna putih, kesukaan, serta rasa asam dari frozen yogurt setelah disimpan seminggu. Analisis PCA menunjukkan cluster berbeda antara frozen yogurt tanpa penambahan gelatin dengan yang ada penambahan gelatin tulang ikan bandeng sejalan dengan hasil ANOVA dan Kruskal Wallis. Perlakuan yang direkomendasikan adalah penambahan gelatin tulang ikan bandeng 0,3% pada frozen yogurt dengan kandungan total padatan 34,53%, overrun 17,58%, waktu leleh 14,75 menit, total BAL $4,2 \times 10^8$ CFU/mL, skor warna putih 7,64, aroma tidak amis 8,40, rasa asam 6,44, tekstur lembut 7,88, serta kesukaan 8,20 (skala 1-10).*

Kata kunci: bakteri asam laktat, penstabil, rekristalisasi, tekstur lembut

Aplikasi Praktis: Penelitian ini memberikan informasi tentang pengaruh gelatin tulang ikan bandeng terhadap total padatan, overrun, waktu leleh, profil total BAL, dan sensori dari frozen yogurt. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk inovasi produk frozen yogurt dengan bahan penstabil gelatin selain dari tulang atau kulit hewan ternak seperti sapi dan babi. Hasil penelitian juga dapat dijadikan pertimbangan dalam penggunaan bahan yang belum banyak dimanfaatkan seperti tulang ikan bandeng karena umumnya hanya dimanfaatkan dagingnya.

PENDAHULUAN

Frozen yogurt selama penyimpanan dapat mengalami penurunan kualitas yang salah satunya disebabkan karena proses rekristalisasi. Rekristalisasi merupakan proses pembentukan kristal es kembali yang disebabkan adanya fluktuasi suhu selama penyimpanan yakni ketika

mengalami peningkatan suhu maka beberapa kristal es yang berukuran kecil akan mencair. Hal ini berdampak pada meningkatnya jumlah air yang belum membeku, sehingga ketika suhu mengalami penurunan maka air dapat kembali membeku dengan kristal es berukuran lebih besar dan ukuran kristal es yang dibentuk tidak dapat dikembalikan seperti pada kondisi di awal (Ndoye

Korespondensi: setya.abduh@live.undip.ac.id

dan Alvares 2015). Ukuran kristal es yang besar selama proses penyimpanan dapat mengakibatkan tekstur *frozen yogurt* menjadi kasar dan berpasir. Rekristalisasi dapat diatasi dengan penambahan bahan penstabil salah satunya adalah gelatin. Kemampuan gelatin untuk mengikat air dapat menjebak molekul air dalam struktur gel yang terbentuk, meningkatkan viskositas, dan menjaga kestabilan es krim sehingga kristal es yang besar akibat fluktuasi suhu dapat dicegah. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Mulyani *et al.* (2020) penggunaan jenis penstabil gelatin pada es krim memiliki nilai yang tinggi bila ditinjau dari waktu leleh, total padatan, dan sensori yang disukai oleh panelis jika dibandingkan dengan penstabil lain seperti gum arab.

Produksi gelatin secara komersial umumnya menggunakan bahan baku tulang dan kulit babi ataupun sapi. Pemanfaatan bahan lainnya untuk pembuatan gelatin seperti dari tulang ikan bandeng sudah pernah dilakukan. Tulang ikan keras memiliki potensi untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan gelatin karena mengandung kolagen sebagai bahan utama pembuatan gelatin berkisar 15–17% (Wulandari *et al.* 2013). Penggunaan gelatin yang dibuat dari tulang ikan bandeng belum banyak dilakukan pada produk pangan. Hal ini mendorong dilakukannya penelitian lebih lanjut. Tujuan penelitian ini yakni untuk mengetahui pengaruh penambahan gelatin yang dibuat dari tulang ikan bandeng terhadap mutu *frozen yogurt* dari parameter total padatan, *overrun*, waktu leleh, profil total bakteri asam laktat (BAL), dan sensori.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan meliputi tulang ikan bandeng (Manda Food Ungaran, Indonesia), susu sapi segar (Peternakan Undip, Indonesia), starter yogurt *freeze-dried*, gula pasir, susu skim, *whipping cream*, aquades, butanol 8% (Merck, Jerman), larutan HCl 5% (Toko Bahan Kimia Indrasari, Indonesia), dan air. Komposisi bahan pembuatan *frozen yogurt* meliputi yogurt 105 g, susu skim 32 g, *whipping cream* 75 g, gula pasir 30 g, air 58 g, dan gelatin dari tulang ikan bandeng dengan perbedaan konsentrasi yakni 0,0; 0,3; 0,6 dan 0,9%.

Pembuatan gelatin tulang ikan bandeng (Riski *et al.* 2022 dengan modifikasi)

Tulang ikan bandeng disortasi, dicuci, dan direndam dengan air (80°C, 30 menit). Selanjutnya ditiriskan, dibersihkan dari sisa daging, direndam dengan butanol 8% (18 jam), dan dicuci. Pada metode ini dilakukan modifikasi dengan perendaman butanol, untuk lebih memaksimalkan pemisahan lemak. Tulang ikan bandeng dipotong-potong sekitar 1–2 cm dan dilanjutkan *demineralisasi* dengan HCl 5% (1:4 b/v; 24 jam) untuk diperoleh *ossein*. *Ossein* dibilas dengan aquades hingga pH 5 dan diekstraksi dalam *waterbath* (Mommert, Jerman) dengan aquades 1:3 (b/v) sebanyak 3 kali (90,

93, dan 95°C) yang masing-masing dilakukan selama 5 jam. Hasil ekstraksi disaring untuk diperoleh filtratnya, kemudian dikeringkan dengan oven (55°C, ±48 jam hingga kering) dan dihaluskan untuk didapatkan bubuk gelatin. Bubuk gelatin diuji karakteristiknya meliputi parameter pH, kekuatan gel, dan viskositas.

Pembuatan *frozen yogurt* (Haryanti dan Zueni 2015 dengan modifikasi)

Susu skim dan gula pasir dilarutkan dalam air 43 mL dan dipasteurisasi (72°C, 15 detik), kemudian dicampur dengan *whipping cream*, yogurt, dan gelatin yang sudah dilarutkan terlebih dahulu dalam air 15 mL (50–60°C). Adonan tersebut dicampur menggunakan *mixer* (Philips, Belanda) selama 10 menit dan dilakukan proses *aging* dengan suhu 4°C, selama 4 jam. Selanjutnya adonan dicampur menggunakan *mixer* (5 menit) dan dibekukan (1 jam) dalam *freezer*. Proses pencampuran hingga pembekuan dilakukan secara berulang sampai tiga kali kemudian dikemas dan dilakukan proses pembekuan (24 jam) dalam *freezer*. *Frozen yogurt* disimpan dalam *freezer* selama 1 minggu pada suhu -18°C sebelum diuji. Pada metode ini dilakukan modifikasi dengan penyimpanan selama 1 minggu, supaya pengaruh gelatin lebih terlihat.

Uji total padatan (Purdi *et al.* 2020)

Cawan porselin dipanaskan di dalam oven (105°C, 1 jam) dan dimasukkan ke dalam desikator (15 menit), kemudian beratnya ditimbang. *Frozen yogurt* ditambahkan 2 g dalam cawan porselin dan dipanaskan di dalam oven (105°C, 1 jam). Sampel yang sudah dipanaskan di dalam oven dimasukkan ke dalam desikator (15 menit) kemudian ditimbang beratnya sampai didapatkan berat yang konstan. Total padatan diperoleh dengan cara menghitung kadar air terlebih dahulu menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar Air} = \frac{X+Y+Z}{y} \times 100\% \dots\dots (1)$$

Keterangan: x = Berat cawan porselin; y = Berat sampel z = Berat sampel dan cawan porselin setelah dipanaskan di dalam oven.

Sampel yang sudah diketahui kadar airnya kemudian dihitung total padatannya menggunakan rumus berikut:

$$\text{Total Padatan} = 100\% - \text{kadar air} (\%) \dots (2)$$

Uji *overrun* (Goff dan Hartel 2013)

Sampel *frozen yogurt* sebanyak 100 mL dimasukkan ke dalam gelas ukur dan ditimbang beratnya. *Overrun* dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Overrun} = \frac{\text{berat adonan} - \text{berat frozen yogurt}}{\text{berat frozen yogurt}} \times 100\% \dots (3)$$

Uji waktu leleh (Umela 2016)

Sampel sebanyak 5 g ditempatkan dalam *cup* plastik lalu ditutup rapat dan dibekukan selama 24 jam dalam

freezer. Sampel kemudian dikeluarkan dari freezer, lalu dibiarkan pada suhu ruang (27°C) hingga meleleh seluruhnya dan tidak menyisakan kristal es. Waktu sampel untuk meleleh dicatat dan dinyatakan dalam satuan menit.

Analisis total bakteri asam laktat (Rahayu dan Andriani 2018)

Total BAL diuji dengan metode *plate count* meliputi proses pengenceran hingga 10⁻⁷, dan pencawanan dari tiga pengenceran terakhir yaitu dari 10⁵–10⁷ secara tuang pada media *de Man Rogosa Sharpe Agar* (MRSA). Cawan petri tersebut diinkubasi pada inkubator (37°C, 48 jam) dengan posisi terbalik. Angka total BAL dihitung dengan cara jumlah koloni dikalikan dengan faktor pengenceran yang digunakan. Angka dalam pangkat terlebih dahulu dikonversikan dalam satuan log berbasis 10 untuk analisis statistiknya.

Prosedur analisa sensori (Prawintasari et al. 2022)

Sampel disajikan dalam *cup* plastik yang berukuran seragam untuk panelis sebanyak 25 orang. Sampel yang diperoleh setiap panelis berjumlah 4 sesuai dengan jumlah perlakuan yang diujikan pada penelitian. Penilaian sensori dilakukan pada sampel menggunakan skala semantik 1–10 berdasarkan parameter warna putih, aroma tidak amis, rasa asam, tekstur lembut, dan kesukaan secara *overall*.

Analisis statistik

Analisis data total padatan, waktu leleh, *overrun*, dan total BAL dilakukan dengan uji *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan taraf keyakinan 95% menggunakan aplikasi SPSS 26.0 for Windows dan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Analisis data mutu sensori dilakukan dengan uji *Kruskal Wallis* dan uji lanjut *Mann-Whitney*. Keseluruhan data juga diolah dengan pendekatan *Multivariate Data Analysis* (MVDA) dengan metode *Principal Component Analysis* (PCA) menggunakan *software Chemoface v1.65*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik mutu gelatin tulang ikan bandeng

Gelatin tulang ikan bandeng memiliki pH 4,6 (Tabel 1) dan sudah memenuhi standar *Gelatin Manufacturers Institute of America* (GMIA) untuk gelatin tipe asam yang berkisar 3,8–6,0. Nilai pH yang rendah pada gelatin tulang ikan bandeng diduga disebabkan karena penggunaan larutan asam dalam proses perendaman (*demine-ralisasi*) yakni HCl 5% yang tergolong asam kuat. Jenis

pelarut dapat memengaruhi nilai pH dari gelatin juga ditemukan oleh Suptijah *et al.* (2013). Rendahnya pH gelatin dapat disebabkan oleh sisa larutan asam yang tidak bereaksi diserap dan terjebak dalam jaringan kolagen yang susah untuk dinetralkan selama pembilasan, sehingga terikat saat ekstraksi dan berpengaruh pada pH gelatin (Hidayat *et al.* 2016).

Gelatin tulang ikan bandeng memiliki nilai kekuatan gel yang tinggi yakni 493,3 *g bloom* (Tabel 1). Nilai kekuatan gel gelatin yang tinggi dipengaruhi oleh jenis larutan, konsentrasi dan waktu perendaman, bahan baku yang digunakan, serta suhu maupun waktu yang optimal saat ekstraksi. Suhu dan waktu ekstraksi yang sesuai diduga dapat memecah ikatan peptida secara tepat yang menghasilkan molekul lebih panjang sehingga kekuatan gel dari gelatin meningkat (Suliasih *et al.* 2020).

Tabel 1. Mutu gelatin tulang ikan bandeng dan standar *Gelatin Manufacturers Institute of America* (GMIA, 2012)

Parameter	Gelatin Tulang Ikan Bandeng	Standar GMIA (2012) Gelatin Tipe Asam
pH	4,6 ± 0,07	3,8 – 6,0
Viskositas (cP)	6,7 ± 0,00	1,5 – 7,5
Kekuatan Gel (<i>g bloom</i>)	493,3 ± 6,01	50 – 300

Nilai viskositas gelatin tulang ikan bandeng yaitu 6,7 cP (Tabel 1) sudah memenuhi standar GMIA untuk gelatin tipe asam yaitu 1,5–7,5 cP. Peningkatan viskositas gelatin dapat dipengaruhi dari susunan panjang asam amino dan berat molekulnya. Semakin besar berat molekul maka semakin panjang rantai asam amino dan viskositas gelatin meningkat (Wulandari *et al.* 2013). Konsentrasi dan jenis asam yang tepat dapat merombak kolagen menjadi rantai tunggal yang semula *triple helix* sehingga diperoleh viskositas gelatin yang tinggi.

Karakteristik mutu frozen yogurt dengan penambahan gelatin tulang ikan bandeng

Total padatan

Total padatan *frozen yogurt* yang dihasilkan berkisar antara 34,16–35,05%, sehingga sudah memenuhi SNI (BSN 1995) sebesar minimal 34%. Penambahan gelatin tulang ikan bandeng pada *frozen yogurt* berpengaruh secara nyata (*p*<0,05) terhadap nilai total padatan *frozen yogurt* (Tabel 2). Gelatin tulang ikan bandeng sebanyak minimal 0,6% terbukti meningkatkan total padatan *frozen yogurt*. Total padatan yang meningkat karena penggunaan penstabil juga dilaporkan oleh Wijayanti *et al.* (2015).

Tabel 2. Total padatan, *overrun*, waktu leleh, dan total BAL *frozen yogurt* dengan gelatin dari tulang ikan bandeng

Level Gelatin (%)	Total Padatan (%)	Overrun (%)	Waktu Leleh (Menit)	Total BAL (CFU/mL)
0	34,16 ± 0,46 ^a	20,24 ± 1,92 ^c	11,59 ± 0,52 ^a	1,8 x 10 ⁸ ± 0,08 ^a
0,3	34,53 ± 0,29 ^{ab}	17,58 ± 0,87 ^b	14,75 ± 0,42 ^b	4,2 x 10 ⁸ ± 0,10 ^b
0,6	34,81 ± 0,29 ^{bc}	15,20 ± 2,13 ^{ab}	16,81 ± 0,26 ^c	3,6 x 10 ⁸ ± 0,01 ^a
0,9	35,05 ± 0,37 ^c	13,99 ± 2,33 ^a	19,82 ± 0,32 ^d	3,3 x 10 ⁸ ± 0,04 ^a

Keterangan: Data total padatan, *overrun*, dan waktu leleh ditampilkan dalam rata-rata ± standar deviasi (n=5). Data total BAL ditampilkan dalam rata-rata ± standar deviasi (n=2). Notasi pada sebuah kolom dengan superskrip yang tidak memiliki kesamaan menunjukkan berbeda nyata berdasarkan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT)

Overrun

Gelatin tulang ikan bandeng pada *frozen yogurt* berpengaruh secara nyata ($p < 0,05$) terhadap *overrun* (Tabel 2). Gelatin sebanyak 0,3% mengurangi *overrun* sebesar 17,58%. *Overrun* berkurang lebih rendah lagi sebesar 13,99% karena penambahan gelatin sebanyak 0,9%. Fenomena serupa dilaporkan oleh Ayudiarti *et al.* (2020), bahwa gelatin ikan sebanyak 0,5% mengurangi *overrun* sebesar 15,33%. Gelatin diduga dapat meningkatkan ketebalan dan viskositas adonan dengan membentuk gel matriks dan menahan fase cair terdispersi yang dapat menyebabkan tegangan permukaan menjadi lebih tinggi yang mengakibatkan udara akan lebih sulit untuk menembus dalam adonan sehingga *overrun* lebih rendah.

Overrun yang berkurang dilaporkan sejalan dengan viskositas yang meningkat karena penggunaan *stabilizer* (Widyasari *et al.* 2018). Hal ini diduga karena pergerakan molekul air dibatasi, tegangan permukaan menjadi tinggi, serta jarak antar partikel menyempit, sehingga lebih sedikit udara yang masuk ke adonan selama proses pencampuran dan nilai *overrun* yang dihasilkan menjadi lebih rendah. *Overrun frozen yogurt* yang dihasilkan sebesar 13,99–20,24% (Tabel 2) lebih rendah dibandingkan dengan *overrun* standar industri (70–80%) atau rumah tangga (35–50%) (Dewanti dan Rahayuni 2013).

Waktu leleh

Penambahan konsentrasi gelatin tulang ikan bandeng berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap waktu leleh pada produk *frozen yogurt*. Waktu leleh *frozen yogurt* (Tabel 2) meningkat seiring dengan gelatin tulang ikan bandeng yang semakin banyak. Hasil tersebut sejalan dengan Nuryati *et al.* (2020); Rahmatullah dan Daniyanti (2019).

Waktu leleh *frozen yogurt* yang dihasilkan pada penelitian ini sebesar 11,59–19,82 menit (Tabel 2) sudah memenuhi standar waktu leleh es krim (10–20 menit) (Failisnur 2013). Es krim dengan penstabil gelatin juga dilaporkan memiliki kemampuan yang baik dalam memperpanjang waktu pelelehan dibandingkan dengan penstabil lain seperti CMC dan karagenan (Yuliani *et al.* 2019).

Profil total bakteri asam laktat (BAL)

Penambahan gelatin tulang ikan bandeng pada *frozen yogurt* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) pada total BAL. Gelatin sebanyak 0,3% terbukti meningkatkan total BAL *frozen yogurt* (Tabel 2). Hal ini diduga karena penstabil dapat menghambat pembentukan kristal es yang berukuran besar sehingga jumlah BAL yang dapat hidup menjadi lebih banyak. Total BAL *frozen yogurt* yang dihasilkan berkisar $1,8 \times 10^8$ – $4,2 \times 10^8$ CFU/mL (Tabel 2) telah memenuhi syarat SNI (BSN 2009) untuk produk fermentasi yogurt sebesar minimal $1,0 \times 10^7$ CFU/mL. Gelatin pada level 0,6 dan 0,9% diduga dapat mengikat air terlalu besar sehingga aktivitas BAL menjadi terhambat.

Karakteristik sensori *frozen yogurt* dengan penambahan gelatin tulang ikan bandeng

Rentang skor warna putih *frozen yogurt* (Tabel 3) secara keseluruhan cukup tinggi (7,24–8,04) karena hampir seluruh bahan baku yang digunakan berwarna putih yaitu yogurt, *whipping cream*, susu skim, dan gula pasir. Penambahan gelatin tulang ikan bandeng (Tabel 3) tidak berpengaruh secara nyata ($p > 0,05$) terhadap warna putih pada *frozen yogurt*. Hal ini sejalan dengan penelitian Chairuni *et al.* (2019). Rentang skor aroma tidak amis *frozen yogurt* (Tabel 3) secara keseluruhan cukup tinggi (8,32–8,60) karena gelatin tulang ikan bandeng yang ditambahkan jumlahnya sangat sedikit. Hal ini sesuai temuan Hidayah *et al.* (2017) dan Ayudiarti *et al.* (2020). Penambahan gelatin tulang ikan bandeng pada *frozen yogurt* tidak berpengaruh secara nyata ($p > 0,05$) terhadap skor aroma tidak amis.

Penambahan gelatin tulang ikan bandeng pada *frozen yogurt* (Tabel 3) tidak berpengaruh secara nyata ($p > 0,05$) terhadap skor rasa asam. Hal tersebut sesuai pendapat Goff dan Hartel (2013) bahwa salah satu sifat *stabilizer* yang baik adalah memiliki *flavour* netral tidak mengikat sehingga tidak memengaruhi rasa produk yang dihasilkan. Rasa asam *frozen yogurt* disebabkan karena bahan baku pembuatannya menggunakan yogurt. Menurut Setiarto *et al.* (2017) citarasa asam yogurt berasal dari adanya asam laktat yang dikarenakan aktivitas bakteri asam laktat dengan merombak laktosa susu sehingga dapat menurunkan pH dan meningkatkan keasaman.

Penambahan gelatin tulang ikan bandeng pada *frozen yogurt* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) pada tekstur lembut. Gelatin sebanyak 0,3% terbukti melembutkan tekstur *frozen yogurt* (Tabel 3). Hal ini diduga karena penstabil dapat membentuk selaput berukuran mikro yang berfungsi mengikat air, lemak, dan menstabilkan molekul udara supaya lemak tidak mengeras dan menghambat pembentukan kristal es kembali dengan ukuran yang lebih besar sehingga tekstur es krim menjadi lembut (Siswati *et al.* 2019).

Skor tekstur lembut pada level 0,6 dan 0,9% cenderung lebih rendah yang sejalan dengan nilai *overrun*-nya. Hal ini diduga karena *overrun* dapat memengaruhi kepadatan maupun tekstur es krim menjadi ringan dan lembut sehingga disukai oleh lidah karena adanya kandungan udara dapat mempermudah pelelehan di mulut (Nuryadi *et al.* 2019).

Rentang skor kesukaan *frozen yogurt* (Tabel 3) secara keseluruhan cukup tinggi (7,16–8,20) karena panelis cenderung menyukai produk dengan karakteristik warna menarik, aroma tidak menyimpang, rasa enak, dan tekstur yang lembut. Hal ini sesuai temuan Pangesti *et al.* (2019). Penambahan gelatin tulang ikan bandeng pada *frozen yogurt* juga tidak berpengaruh secara nyata ($p > 0,05$) terhadap skor kesukaan. Panelis secara keseluruhan menyukai *frozen yogurt* pada semua perlakuan penambahan gelatin tulang ikan bandeng sehingga dapat diartikan bahwa produk dapat diterima panelis.

Principal component analysis (PCA)

Gambar 1 menunjukkan bahwa sampel *frozen yogurt* membentuk *cluster* berdasarkan perlakuannya. Terlihat bahwa sampel *frozen yogurt* tanpa gelatin membentuk *cluster* tersendiri dan tersebar pada PC1. Sepanjang PC1 tampak bahwa jarak sampel-sampel lainnya semakin menjauh dari sampel tanpa gelatin, seiring dengan gelatin yang semakin meningkat. Hal ini menandakan bahwa keempat jenis sampel memiliki karakter yang berbeda berdasarkan keseluruhan variabel yang diamati yaitu total padatan, *overrun*, waktu leleh, total BAL, sensori warna putih, aroma tidak amis, rasa asam, tekstur lembut, dan kesukaan.

Sampel *frozen yogurt* tanpa gelatin tulang ikan bandeng secara lebih rinci berdekatan dengan variabel aroma tidak amis, *overrun*, dan warna putih. Artinya, *frozen yogurt* tanpa gelatin tulang ikan bandeng memiliki nilai tertinggi pada ketiga variabel tersebut. *Frozen yogurt* dengan penambahan gelatin tulang ikan bandeng membentuk *cluster* sendiri yang berdekatan dengan variabel total BAL, tekstur lembut, kesukaan, rasa asam, total padatan, dan waktu leleh.

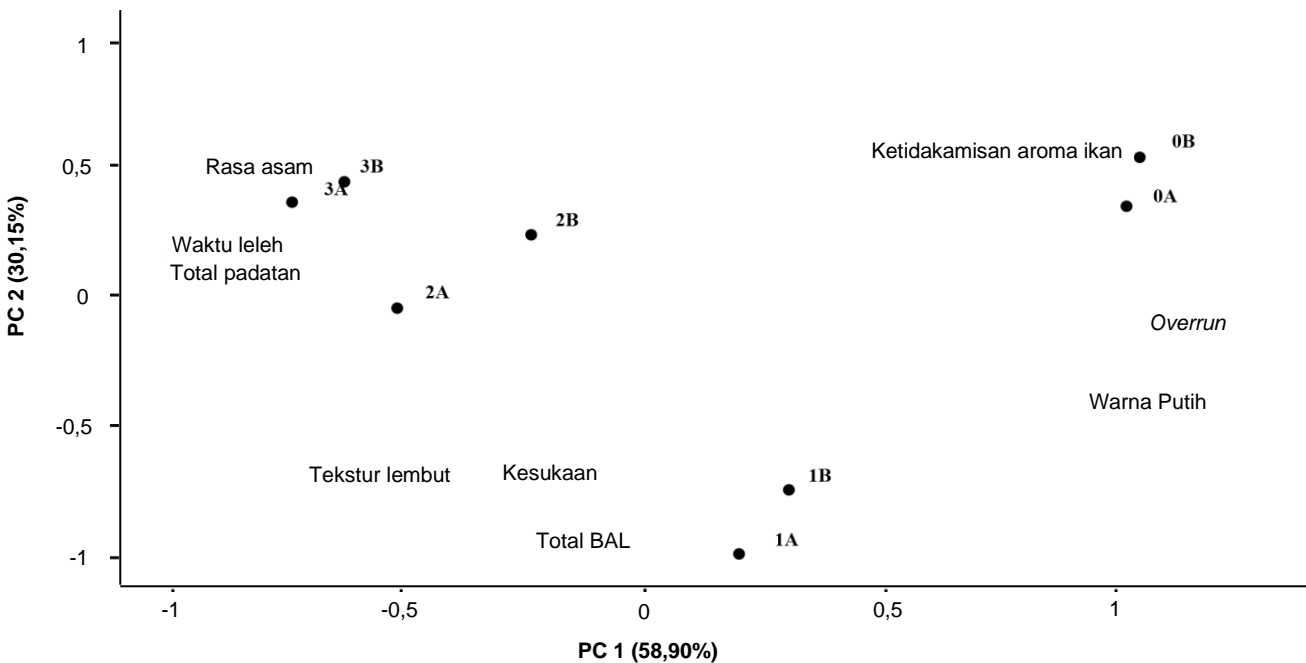
Frozen yogurt dengan penambahan 0,3% gelatin berdekatan dengan variabel total BAL, tekstur lembut, dan kesukaan yang berarti bahwa sampel ini memiliki total BAL dan tekstur lembut paling tinggi serta paling disukai. Menurut Prawintasari *et al.* (2022) kristal es yang berukuran besar dapat menyebabkan tekstur es krim menjadi kasar dan menyebabkan menurunnya jumlah BAL karena selama penyimpanan beku memungkinkan terjadi perbedaan tekanan antara cairan di dalam dan luar sel sehingga mengakibatkan kematian mikroba.

Frozen yogurt dengan penambahan 0,9% gelatin berdekatan dengan variabel waktu leleh, total padatan, dan rasa asam yang berarti bahwa sampel ini memiliki waktu leleh paling lama, total padatan paling tinggi, dan rasa paling asam. Artinya, gelatin tulang ikan bandeng yang ditambahkan pada *frozen yogurt* meningkatkan total padatan, menghambat waktu lelehnya, dan meningkatkan rasa asam. Berdasarkan hasil analisis tersebut, PCA dapat melengkapi ANOVA untuk memvisualisasikan kemiripan dan perbedaan karakteristik antar sampel yang ditunjukkan oleh pembentukan *cluster* yang disebabkan oleh variabel yang menentukan pemisahan tersebut.

Tabel 3. Mutu sensori *frozen yogurt* dengan gelatin dari tulang ikan bandeng

Level Gelatin (%)	Warna Putih ^{ns}	Aroma Tidak Amis ^{ns}	Rasa Asam ^{ns}	Tekstur Lembut	Kesukaan ^{ns}
0	8,04 ± 1,37	8,60 ± 1,47	5,60 ± 1,96	5,16 ± 1,77 ^a	7,16 ± 1,52
0,3	7,64 ± 1,35	8,40 ± 1,68	6,44 ± 1,83	7,88 ± 1,39 ^c	8,20 ± 1,61
0,6	7,36 ± 1,35	8,36 ± 1,68	6,52 ± 1,64	7,20 ± 1,58 ^{bc}	8,04 ± 1,37
0,9	7,24 ± 1,76	8,32 ± 1,65	7,20 ± 1,71	6,52 ± 1,83 ^b	7,48 ± 1,29

Keterangan: Data ditampilkan dalam rata-rata ± standar deviasi (n=25). Notasi pada sebuah kolom dengan superskrip yang tidak memiliki kesamaan menunjukkan berbeda nyata berdasarkan *Kruskal Wallis* dengan uji lanjut *Mann-Whitney*. Notasi *ns* pada sebuah kolom menunjukkan tidak berpengaruh secara nyata berdasarkan *Kruskal Wallis*. Nilai yang semakin tinggi pada data menunjukkan intensitasnya semakin tinggi



Gambar 1. Plot sampel *frozen yogurt* dengan penambahan gelatin konsentrasi 0 (0), 0.3(-1), 0.6 (2), 0.9% (3), serta plot variabel total padatan, *overrun*, waktu leleh, total BAL, warna putih, aroma tidak amis, rasa asam, tekstur lembut, dan kesukaan dengan *Principal Component Analysis* (PCA)

KESIMPULAN

Penambahan gelatin tulang ikan bandeng meningkatkan total padatan dan waktu leleh, menurunkan *overrun*, serta melembutkan tekstur dari *frozen yogurt*. Penambahan gelatin tulang ikan bandeng dengan konsentrasi 0,3% pada *frozen yogurt* secara optimal dapat mencegah adanya rekristalisasi sehingga menghasilkan tekstur yang lembut, menghambat pelelehan pada suhu ruang, dan mempertahankan jumlah BAL yang hidup.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayudiarti DL, Suryanti, Oktavia DA. 2020. The Effect of Different Types and Gelatin Concentrations on Ice Cream Quality. The 3rd International Symposium on Marine and Fisheries Research (3rd ISMFR). E3S Web Conf 147(03026): 1–8. DOI: 10.1051/e3sconf/202014703026.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1995. SNI 01-3713-1995. Syarat Mutu Es Krim. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2009. SNI 2981-2009. Syarat Mutu Yogurt. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Chairuni AR, Sari PM, Rusnaini. 2019. Effect of beetroot extract (*Beta vulgaris* L) and CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*) concentration on ice cream quality. Serambi J Agric Technol 1(2): 80-91.
- Dewanti FK, Rahayuni A. 2013. Substitusi inulin umbi gembili (*Dioscorea esculenta*) pada produk es krim sebagai alternatif produk makanan tinggi serat dan rendah lemak. J Nutr College 2(4): 474–482. DOI: 10.14710/jnc.v2i4.3729.
- Failisnur. 2013. Karakteristik es krim bengkuang dengan menggunakan beberapa jenis susu. J Litbang Industri 3(1): 11–20. DOI: 10.24960/jli.v3i1.623.11-20.
- [GMIA] Gelatin Manufacturers Institute of America. 2012. Gelatin Handbook. 1–25. Atlantic Gelatin/Kraft Foods Global Inc. Hill Street.
- Goff HD, Hartel RW. 2013. Ice Cream. Edisi 7. Springer, New York. DOI: 10.1007/978-1-4614-6096-1.
- Haryanti N, Zueni A. 2015. Identifikasi mutu fisik, kimia, dan organoleptik es krim daging kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.) dengan variasi susu krim. AGRITEPA J Ilmu Teknologi Pertanian 2(1): 143–156. DOI: 10.37676/agritepa.v2i1.103.
- Hidayah UN, Affandi DR, Sari AM. 2017. Kajian mikrostruktur, karakteristik fisik, dan sensoris es krim dengan penggunaan gelatin tulang ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus* sp.) sebagai stabilizer. J Teknologi Hasil Pertanian 10(2): 89–98. DOI: 10.20961/jthp.v10i2.29070.
- Hidayat G, Dewi EN, Rianingsih L. 2016. Karakteristik gelatin tulang ikan tilapia dengan hidrolisis menggunakan asam fosfat dan enzim papain. J Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia 19(1): 69-78.
- Mulyani S, Rosyidah N, Susanti S, Pramono YB. 2020. The physical and sensory characteristics of ice cream enriched corn oil using different stabilizers. The International J Sci & Technoledge 8(5): 90–95. DOI: 10.24940/theijst/2020/v8/i5/ST2005-023.
- Ndoye FT, Alvares G. 2015. Characterization of ice recrystallization in ice cream during storage using the focused beam reflectance measurement. J Food Eng 148(2015): 24-34. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2014.09.014.
- Nuryadi AM, Silaban DP, Manurung S, Apriani SW. 2019. Pemanfaatan buah matoa sebagai cita rasa es krim yang baru. J Penelitian Teknologi Industri 11(2): 55–62.
- Nuryati C, Legowo AM, Nurwantoro. 2020. Karakteristik fisik dan sensoris es krim kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) dengan penambahan tepung umbi gembili (*Dioscorea esculenta* L.) sebagai penstabil. J Agroteknologi 14(2): 199–207. DOI: 10.19184/j-agt.v14i02.17615.
- Pangesti WD, Bintoro VP, Hintono A. 2019. Karakteristik es krim ubi jalar ungu (*Ipomea batatas* L.) dengan penambahan pati garut (*Maranta arundinacea*) sebagai bahan penstabil. J Teknologi Pangan 3(2): 1–6.
- Prawintasari MN, Jayus, Nafi A. 2022. Karakterisasi *ice cream* sinbiotik rendah lemak dengan perbedaan konsentrasi ekstrak pisang dan edamame. J Penelitian Pengabdian Masyarakat 1(9): 488–500.
- Purdi TS, Pramono YB, Bintoro VP. 2020. Total padatan, uji mutu hedonik warna dan aroma *velva* buah sirsak (*Annona muricata* Linn) dengan penggunaan jenis penstabil yang berbeda. J Teknologi Pangan 4(2): 144-148.
- Rahayu PP, Andriani RD. 2018. Mutu organoleptik dan total bakteri asam laktat yogurt sari jagung dengan penambahan susu skim dan karagenan. J Ilmu Teknologi Hasil Ternak 13(1): 38-45. DOI: 10.21776/ub.jitek.2018.013.01.4.
- Rahmatullah S, Daniyanti N. 2019. Pengembangan lembaran kerja berbasis inkuiri pada pembuatan es krim dengan penambahan gelatin tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*). J Tadris Kimiya 4(1): 33–47. DOI: 10.15575/jtk.v4i1.3708.
- Riski I, Ibrahim I, Bahri S, Sulhatun, Nurlaila R. 2022. Pemanfaatan limbah sisik ikan bandeng sebagai gelatin menggunakan metode ekstraksi. Chemical Engineering J Storage 1(4): 38-48. DOI: 10.29103/cejs.v1i4.5739.
- Setiarto RHB, Widhyastuti N, Fairuz I. 2017. Pengaruh starter bakteri asam laktat dan penambahan tepung talas termodifikasi terhadap kualitas yogurt sinbiotik. J Riset Teknologi Industri 11(1): 18-30. DOI: 10.26578/jrti.v11i1.2179.

- Siswati OD, Bintoro VP, Nurwantoro. 2019. Karakteristik es krim ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas var Ayamurasaki*) dengan penambahan tepung umbi gembili (*Dioscorea esculenta* L.) sebagai bahan penstabil. *J Teknologi Pangan* 3(1): 121–126.
- Suliasih N, Sutrisno AD, Respatyana N. 2020. Variasi waktu ekstraksi dan jenis asam pada proses produksi gelatin tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Pasundan Food Technology J* 7(2): 65–69. DOI: 10.23969/pftj.v7i2.2982.
- Suptijah P, Suseno, SH, Anwar C. 2013. Analisis kekuatan gel (*gel strength*) produk permen jelly dari gelatin kulit ikan cucut dengan penambahan karaginan dan rumput laut. *J Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 16(2): 183-191.
- Umela S. 2016. Analisis mutu es krim kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L) dan susu sapi segar. *J Technopreneur* 4(2): 131–137.
- Widyasari R, Sulastris Y, Nofrida R, Zaini MA, Nasrullah A, Zainuri. 2018. Pemanfaatan tepung umbi minor sebagai alternatif *stabilizer* alami untuk meningkatkan mutu fisik dan inderawi es krim buah naga (*Hylocereus polyrhizus* sp.). *J Ilmu Teknologi Pangan* 4(1): 268–276. DOI: 10.29303/profood.v4i1.74.
- Wijayanti IA, Purwadi, Thohari I. 2015. Pengaruh penambahan tepung sago pada yogurt terhadap viskositas, *overrun*, kecepatan meleleh, dan total padatan es krim yogurt. *J Ilmu Teknologi Hasil Ternak* 10(2): 28–35. DOI: 10.21776/ub.jitek.2015.010.02.3.
- Wulandari, Supriadi A, Purwanto B. 2013. Pengaruh *defatting* dan suhu ekstraksi terhadap karakteristik fisik gelatin tulang ikan gabus (*Channa striata*). *J Fishtech* 2(1): 38–45.
- Yuliani, Adhyatma, Agustin S. 2019. *Overrun*, kecepatan leleh, kadar vitamin C, dan karakteristik sensoris es krim rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) dengan variasi jenis penstabil. *J Tropical AgriFood* 2(1): 26–33. DOI: 10.35941/jtaf.2.1.2020.4018.26-33.

JMP-01-23-04-Naskah diterima untuk ditelaah pada 30 Januari 2023. Revisi makalah disetujui untuk dipublikasi pada 14 Maret 2023. Versi Online: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jmpi>