

Pengaruh Durasi Pembekuan Menggunakan Metode ABF (*Air Blast Freezer*) Terhadap Karakteristik Fisikokimia Takoyaki *Frozen*

Salsabila Aziza Putri Yanuari^{1*}, Devi Dwi Siskawardani¹, Sukardi¹

¹Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, Indonesia

*Corresponding author email: salsabilaazizaputri06@gmail.com

Abstract. *Takoyaki is a Japanese snack made from a batter of wheat flour, eggs, water and daishi broth and filled with octopus pieces (tako), tempura powder (tenkasu) and green onions (negi). Fresh takoyaki generally has a short shelf life, leading to rapid quality deterioration after production. To address this, the air blast freezer (ABF) method can be an effective solution for freezing takoyaki, as it produces finer ice crystals and ensures stable room temperatures, helping to preserve product quality. This study aims to evaluate the effect of freezing duration on the physicochemical characteristics of frozen takoyaki and to identify the optimal freezing time. The experimental design used was a completely randomized design (CRD) with three levels of freezing duration (6 hours, 12 hours and 18 hours) at temperatures between (-28 °C) - (-30 °C) and 6 experimental units. The observed parameters included chemical analysis (moisture content, protein content and TPC), physical analysis (weight loss, color intensity and texture) and an organoleptic test. The best treatment was the 6 hour freezing duration, based on the chemical analysis results: moisture content (63.85%), protein content (4.41%) and TPC (5 x 10⁴ CFU/g). Physical analysis results showed weight loss (2.67%), lightness (58.08%), chroma (22.84%), hue (63.25°), texture hardness (5.21 N). The Organoleptic test results included appearance 3.68 (bright), scent 3.24 (slightly fragrant), taste 3.48 (savory), texture 3.32 (slightly soft), and overall liking 3.92 (liked).*

Keywords: *frozen food, fast freezing, total plate count, weight loss*

Abstrak. Takoyaki merupakan makanan ringan yang berasal dari Jepang dan terbuat dari adonan tepung terigu, telur, air dan kaldu daishi kemudian diisi dengan potongan gurita (*tako*), bubuk tempura (*tenkasu*) dan daun bawang (*negi*). Takoyaki segar umumnya memiliki umur simpan yang singkat sehingga akan mempengaruhi perubahan mutu dengan cepat setelah diproduksi. Dengan demikian, pembekuan ABF (*air blast freezer*) bisa menjadi solusi untuk proses takoyaki *frozen* karena mampu menghasilkan kristal es yang lebih halus dan dapat memastikan suhu di dalam ruangan tetap stabil sehingga dapat menjaga integritas mutu produk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh durasi pembekuan terhadap karakteristik fisikokimia takoyaki *frozen* dan mengetahui perlakuan durasi pembekuan terbaik. Rancangan percobaan pada penelitian ini menggunakan

Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 level taraf durasi pembekuan (6 jam, 12 jam dan 18 jam) dengan suhu (-28°C) – (-30°C) dan 6 unit percobaan. Parameter yang diamati meliputi analisa kimia (kadar air, kadar protein dan TPC), analisa fisik (susut bobot, intensitas warna dan tekstur) dan uji organoleptik. Perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan 1 yaitu 6 jam berdasarkan analisis kimia nilai kadar air (63,85%), kadar protein (4,41%), TPC (5×10^4 CFU/g), analisis fisik susut bobot (2,67%), intensitas warna *lightness* (58,08%), *chroma* (22,84%), *hue* (63,25 °), tekstur *hardness* (5,21 N) dan analisa organoleptik kenampakan 3,68 (cerah), aroma 3,24 (sedikit harum), rasa 3,48 (gurih), tekstur 3,32 (sedikit lembut), dan kesukaan 3,92 (suka).

Kata kunci: angka lempeng total, pangan beku, pembekuan cepat, susut bobot

PENDAHULUAN

Takoyaki merupakan salah satu jenis makanan ringan yang berasal dari negeri Sakura atau Jepang. Di Jepang, Takoyaki terbuat dari adonan tepung terigu, telur, air dan kaldu daishi kemudian diisi dengan potongan gurita (*tako*), bubuk tempura (*tenkasu*) dan daun bawang (*negi*) kemudian dimasak dengan pan khusus takoyaki berbentuk cetakan bulat. Takoyaki biasanya disajikan panas dengan saus khusus nya dan mayonais, lalu diberi taburan rumput laut (*nor*) dan serutan ikan cakalang kering (*katsuobushi*). Takoyaki umumnya dijual dalam bentuk takoyaki segar atau “*ready to eat*”.

Takoyaki segar memiliki umur simpan yang sangat singkat sehingga akan membatasi proses distribusi dan penjualannya. Kehancuran tekstur dan perubahan rasa dapat terjadi dengan cepat setelah diproduksi. Oleh karena itu, seiring dengan berkembangnya teknologi dan gaya hidup takoyaki *frozen* menjadi salah satu pilihan makanan beku (*frozen food*) yang populer karena praktis, mudah diolah dan dapat mempertahankan mutu sehingga umur penyimpanannya bertahan lama (Sinurya dkk., 2023). Metode pembekuan menjadi solusi umum untuk memperpanjang umur simpan berbagai produk pangan, termasuk takoyaki karena dapat menghentikan aktivitas mikroba, menghambat reaksi kimia serta mempertahankan tekstur dan rasa. Ada beberapa metode pembekuan yang umumnya digunakan pada industri besar, salah satunya pembekuan ABF (*Air Blast Freezer*).

Pembekuan ABF (*Air Blast Freezer*) merupakan teknik pembekuan cepat yang bisa menjadi solusi untuk membekukan produk pangan dengan jumlah yang besar. Pembekuan ini menggunakan aliran udara dingin dengan cara menghembuskan dan mengedarkan ke sekitar produk secara kontinyu dengan suhu berkisar -20 °C sampai -40 °C dengan rentan waktu 6 sampai 18 jam. ABF mampu mengurangi pembentukan kristal es besar dan dapat memastikan suhu di dalam ruangan tetap stabil meskipun terjadi buka tutup yang tidak dapat dihindari sehingga akan menjaga integritas mutu dan tekstur produk. Durasi pembekuan menjadi faktor yang penting karena mempengaruhi kualitas

makanan beku. Durasi pembekuan yang terlalu singkat dapat menyebabkan makanan tidak beku dengan sempurna, sehingga mengakibatkan kerusakan fisik produk. Sedangkan durasi pembekuan yang terlalu lama dapat menyebabkan kerusakan tekstur, rasa dan nilai gizi makanan (Asiah dkk., 2020). Hal ini sejalan dengan penelitian Sasmitaloka dkk (2020) dan Choiriyah dkk (2017) yaitu durasi pembekuan menggunakan metode ABF menjadi salah satu tahapan kritis yang dapat mempengaruhi karakteristik fisikokimia suatu produk. Proses pembekuan yang tepat akan menjaga komponen volatil yang bertanggung jawab atas rasa dan aroma produk, mencegah perubahan warna dan meminimalkan kerusakan nutrisi yang terjadi selama penyimpanan sehingga produk tetap terjaga kualitasnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh durasi pembekuan terhadap karakteristik fisikokimia takoyaki *frozen* dan mengetahui perlakuan durasi pembekuan terbaik terhadap karakteristik fisikokimia takoyaki *frozen*.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah termometer tusuk digital, timbangan analitik, mangkuk *stainless steel*, *longpan*, loyang bulat takoyaki, pisau, termos dan *freezer* tipe ABF (*Air Blast Freezer*). Sedangkan alat yang digunakan untuk analisis kimia adalah colour reader, timbangan analitik, *hot plate merk maspion 800W*, oven merk biobase, kurs porselin, desikator, tabung reaksi, labu ukur, alat titrasi, vortex, mortal mortil, labu kjedahl, spatula, kondensor, alat destilasi, pipet filler, erlenmeyer, alumunium foil, plastik wrap, tabung reaksi, dan autoclave merk hirayama model HVE-50. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel takoyaki *frozen* dari PT. Insan Citraprima Sejahtera dan air mendidih suhu 100 °C. Sedangkan bahan yang digunakan untuk analisis kimia adalah sampel, katalisator ($\text{Na}_2\text{SO}_4\text{:HgO}$), 2 ml H_2SO_4 , 10 ml NaOH 50%, 15 ml akuades, 15 ml H_3BO_3 4%, 1% HCl 0,02 N, larutan butterfield's phosphate buffered dan media PCA steril.

Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 level taraf durasi pembekuan (6 jam, 12 jam dan 18 jam) dengan suhu (-28°C) – (-30°C) dan 6 unit percobaan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh durasi pembekuan dan dilanjutkan uji lanjut Duncan dengan taraf nyata 5% ($\alpha=0,05\%$) menggunakan program IBM SPSS statistic.

Pembuatan Takoyaki

Prosedur pembuatan takoyaki dilakukan di PT. Insan Citraprima Sejahtera dengan tahapan produksi diawali dengan proses persiapan bahan baku

(*preparing*), bahan baku seperti gurita melewati proses *thawing* serta perebusan terlebih dahulu. Tahapan pertama dimulai dengan pembuatan adonan dengan mencampurkan air, es batu, tepung premix, telur dan kecap asin. Tahapan kedua adalah proses *mixing*, setelah itu adonan diangkut menggunakan panci besar dengan kereta untuk proses pemanggangan (*roasting*), pemanggangan dilakukan selama 15 menit dengan suhu $\pm 150-160$ °C kemudian takoyaki setengah matang dilanjutkan dengan tahap pendinginan (*precooling*) selama 35 menit menggunakan *blower* pada ruang *precooling* hingga suhu produk mencapai 30 °C.

Proses Pembekuan

Proses pembekuan dilakukan menggunakan pembekuan ABF (*air blast freezer*) dengan 3 level durasi pembekuan (6 jam, 12 jam dan 18 jam). Proses pembekuan dilakukan dengan memasukan 20 longpan sampel yang berisi 70-80 pcs takoyaki. Sampel ditimbang per satuan loyang setelah tahap *precooling*, kemudian sampel dimasukan ke dalam mesin ABF (*air blast freezer*) dengan suhu (-28 °C) – (-30 °C). Pada setiap level perlakuan produk dikeluarkan dan ditimbang untuk mengetahui berat akhir produk.

Preparasi Sampel

Preparasi sampel beku yang akan dilakukan pengujian disimpan terlebih dahulu pada *chest freezer* dengan suhu -18 °C setelah itu sampel juga harus melewati proses *thawing* atau pencairan. Takoyaki beku dimasukan ke dalam wadah plastik lalu direndam menggunakan air mendidih 100 °C selama 10 menit dan didinginkan hingga suhu produk 20 °C.

Analisa Pengujian

Parameter analisis meliputi uji kadar air menggunakan pengeringan oven (AOAC, 2005), uji kadar protein metode kjedahl (AOAC, 2005), uji TPC (*Total Plate Count*) (BSN, 2006), analisis susut bobot (Ismaya dkk, 2023), intensitas warna (*lightness, chroma* dan *hue*) (Saputra dkk, 2016), tekstur analyzer (*hardness*) (Huidobro, 2015) dan uji organoleptik (SNI 01-2346-2006).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Kimia Takoyaki Frozen

Berdasarkan penelitian diatas didapatkan hasil analisa kimia yang meliputi kadar air, kadar protein dan TPC (*total plate count*). Adapun nilai dari hasil analisa pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data analisa kimia takoyaki *frozen*

Parameter	Durasi Pembekuan		
	6 jam	12 jam	18 jam
Kadar Air (%)	63,85a	66,45b	66,82b
Protein (%)	4,41a	5,12a	8,79b
TPC (CFU/g)	5x10 ⁴ a	3,5x10 ⁴ a	1,8x10 ⁴ a

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda dalam kolom yang sama, menunjukkan adanya pengaruh nyata antar perlakuan terhadap parameter pengamatan

Kadar Air

Berdasarkan Tabel 1. Dapat diketahui hasil analisis sidik ragam (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji duncan menggunakan taraf 5% menunjukkan hasil pengaruh faktor durasi pembekuan dengan 3 perlakuan berbeda terhadap parameter kadar air lebih kecil dari 0,05 ($p < 0,05$) sehingga terdapat pengaruh nyata atau signifikan. Nilai kadar air tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan 3 dengan durasi waktu pembekuan 18 jam yaitu 66,82% sedangkan nilai terendah ditunjukkan oleh perlakuan 1 dengan durasi waktu pembekuan 6 jam yaitu 63,85%. Kadar air yang dihasilkan pada penelitian ini sudah memenuhi nilai kadar air pada produk pangan beku menurut SNI 7266:2013 yaitu maksimal 70% dan selaras dengan hasil kadar air penelitian sebelumnya yaitu berkisar 73,74% - 86,89% (Andani dkk, 2023).

Proses pembekuan *air blast freezer* dengan durasi yang berbeda menunjukkan adanya pengaruh yang nyata secara signifikan terhadap kadar air. Hal ini diduga dipengaruhi oleh komposisi bahan baku takoyaki yang mengandung 55% air. Menurut Indera (2014) pembekuan cepat menyebabkan air dalam produk membentuk kristal es yang sangat kecil. Karena proses yang terjadi berlangsung dengan cepat, air dalam produk tidak memiliki cukup waktu untuk membentuk kristal es besar yang biasanya menyebabkan kerusakan pada sel dan jaringan produk pangan. Kristal es yang kecil ini akan terdistribusi lebih merata dan tidak merusak struktur sel secara signifikan, sehingga sebagian besar air tetap terperangkap dalam struktur seluler produk. Tingginya kadar air suatu produk dapat mempengaruhi kandungan protein, sedangkan apabila kadar air rendah maka kandungan protein akan meningkat (Wawasto dkk, 2018).

Kadar Protein

Berdasarkan Tabel 1. Dapat diketahui hasil analisis sidik ragam (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji duncan menggunakan taraf 5% menunjukkan hasil pengaruh faktor durasi pembekuan dengan 3 perlakuan berbeda terhadap parameter kadar protein lebih kecil dari 0,05 ($p < 0,05$) sehingga terdapat pengaruhnya nyata atau signifikan. Nilai kadar protein tertinggi terdapat pada

perlakuan 3 dengan durasi waktu pembekuan 18 jam yaitu 8,79% sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan 1 dengan durasi waktu pembekuan 6 jam yaitu 4,41%. Pada tabel 1, kadar protein yang dihasilkan dengan perlakuan 18 jam sudah memenuhi nilai kadar protein pada produk pangan beku menurut SNI 7266:2013 yaitu minimal 7%, sedangkan pada perlakuan 6 dan 12 jam belum memenuhi syarat SNI akan tetapi, penambahan gurita sebagai isian dari takoyaki bisa menjadi nilai tambah dari keseluruhan kandungan protein yang terdapat pada takoyaki. Kadar protein potongan gurita dalam takoyaki berkisar 12,84%. Hasil kadar protein pada Tabel 1 cukup rendah dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yaitu berkisar 12,40% – 13,04% (Gasperzs dkk, 2022).

Proses pembekuan menggunakan ABF dengan durasi waktu yang berbeda menunjukkan pengaruh yang nyata atau signifikan. Produk yang dihasilkan melalui proses *freezing* akan mengalami perubahan fisikokimia pada saat rehidrasi seperti denaturasi protein yang bersifat *irreversible*, retensi nutrisi dan pengurangan aktivitas enzim (Bonazzi & Dumoulin, 2011). Tingginya kadar protein pada produk dengan kadar air yang tinggi dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang berkaitan dengan komposisi, pengolahan seperti penambahan air atau es untuk membantu dalam pencampuran dan emulsi protein yang memungkinkan protein tetap tinggi meskipun kadar airnya tinggi dan metode pembekuan karena dapat mempertahankan kandungan protein dengan baik (Banurea dkk, 2020). Menurut Akhtar dkk (2013) pembekuan cepat akan membentuk kristal es yang lebih kecil dan dengan waktu yang lebih cepat atau singkat dapat mengurangi peluang denaturasi protein. Suhu pada saat pembekuan akan turun dengan cepat dan tidak memberikan waktu bagi protein untuk mengalami perubahan struktural yang dapat merusak produk sehingga integritas protein dalam produk tetap terjaga.

TPC (*Total Plate Count*)

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa pengaruh faktor durasi pembekuan dengan 3 perlakuan berbeda terhadap parameter TPC lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$) sehingga tidak terdapat pengaruh yang nyata. Rata-rata hasil TPC takoyaki *frozen* dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil rata-rata nilai tertinggi pada gambar 2 ditunjukkan oleh perlakuan 1 dengan durasi waktu pembekuan 6 jam yaitu 5×10^4 CFU/g sedangkan nilai terendah ditunjukkan oleh perlakuan 3 dengan durasi waktu pembekuan 18 jam yaitu $1,8 \times 10^4$ CFU/g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai TPC menurun selama penyimpanan beku, tetapi masih memenuhi SNI 7388:2004 yaitu maksimal 5×10^5 koloni/g. Menurut Lipoto dkk (2016) menyatakan suhu dan durasi pembekuan akan mempengaruhi pertumbuhan bakteri pada produk, selain itu kerusakan

yang disebabkan oleh mikroorganisme juga dipengaruhi oleh kadar air karena akan menentukan ketahanan dan umur simpan bahan. Hal ini juga senada dengan Rosalina (2010) yang menyatakan bahwa adanya penurunan suhu akan membuat laju pertumbuhan bakteri terhambat dan menghambat reaksi kimia serta penurunan suhu dimaksudkan untuk menghilangkan dengan cepat kalor pada bahan pangan.

Analisa Fisik Takoyaki Frozen

Berdasarkan penelitian diatas didapatkan hasil analisa fisik yang meliputi susut bobot, intensitas warna (*lightness*, *chroma* dan *hue*) dan tekstur (*hardness*). Adapun nilai dari hasil analisa pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data analisa fisik takoyaki *frozen*

Parameter	Durasi Pembekuan		
	6 jam	12 jam	18 jam
Susut Bobot (%)	0,32a	1,41b	2,67c
<i>Lightness</i> (%)	61,86a	59,56a	58,08a
<i>Chroma</i> (%)	19,76a	22,11a	22,84a
<i>Hue</i> (°)	65,73a	62,48b	63,25ab

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda dalam kolom yang sama, menunjukkan adanya pengaruh nyata antar perlakuan terhadap parameter pengamatan

Susut Bobot

Berdasarkan Tabel 2. Dapat diketahui hasil analisis sidik ragam (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji duncan menggunakan taraf 5% menunjukkan pengaruh faktor durasi pembekuan dengan 3 perlakuan berbeda terhadap parameter susut bobot lebih kecil dari 0,05 ($p < 0,05$) sehingga terdapat pengaruh nyata atau signifikan. Nilai susut bobot tertinggi terdapat pada perlakuan 3 dengan durasi waktu pembekuan 18 jam yaitu 2,67% sedangkan nilai terendah ditunjukkan oleh perlakuan 1 dengan durasi waktu pembekuan 6 jam yaitu 0,32%. Hal ini dikarenakan pada saat proses pembekuan, air didalam takoyaki membeku. Pembekuan cepat dengan ABF akan memperlambat difusi air ke ruang ekstraseluler, sehingga air membentuk kristal di dalam ruang intraseluler yang menyebabkan kristal es tersebar rata di seluruh jaringan produk. Perubahan susut bobot yang meningkat seiring lama nya pembekuan, dikarenakan terbentuknya bunga es pada produk sehingga produk akan semakin mengeras dan berat mengalami perubahan. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yaitu terjadinya peningkatan susut berat oleh kentang pada proses pembekuan yang semakin lama (Semariyani dkk, 2016). Hal serupa juga terjadi pada penelitian mengenai nasi sorgum instan yang dibekukan dengan waktu yang berbeda

sehingga terjadi peningkatan pada nilai susut bobot (Ramdayanti & Murtini, 2022).

Intensitas Warna (*lightness*)

Berdasarkan Tabel 2. Dapat diketahui hasil analisis sidik ragam (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji duncan menggunakan taraf 5% menunjukkan pengaruh faktor durasi pembekuan dengan 3 perlakuan berbeda terhadap parameter intensitas warna *lightness* lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$) sehingga tidak terdapat pengaruh yang nyata. Nilai *lightness* tertinggi terdapat pada perlakuan 1 dengan durasi waktu pembekuan 6 jam yaitu 61,86 sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan 3 dengan durasi waktu pembekuan 18 jam yaitu 58,08. Semakin tinggi nilai *lightness* semakin terang warna produk dan sebaliknya. Warna *lightness* yang dihasilkan cenderung menurun pada perlakuan 18 jam. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian (Alhanannasir dkk, 2018) yang menyatakan nilai *lightness* pada tekwan instan memiliki dampak signifikan terhadap kecerahan yang disebabkan oleh berubahnya pati yang menjadi serbuk berwarna putih, tidak berkristal dan tidak larut dalam air dingin (Vera dkk, 2021).

Intensitas Warna (*chroma*)

Berdasarkan Tabel 2. Dapat diketahui hasil analisis sidik ragam (ANOVA) dilanjutkan dengan uji duncan menggunakan taraf 5% menunjukkan pengaruh faktor durasi pembekuan dengan 3 perlakuan berbeda terhadap parameter intensitas warna *chroma* lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$) sehingga tidak terdapat pengaruh yang nyata. Nilai *chroma* tertinggi terdapat oleh perlakuan 1 dengan durasi waktu pembekuan 6 jam yaitu 19,76% sedangkan nilai terendah terdapat oleh perlakuan 3 dengan durasi waktu pembekuan 18 jam yaitu 22,84%. Nilai *Chroma* takoyaki yang dihasilkan cenderung meningkat seiring dengan perlakuan durasi pembekuan. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Joshua dkk (2022) yaitu *chroma* tekwan instan yang dihasilkan meningkat seiring dengan perlakuan lama pembekuan. Hal tersebut dikarenakan durasi pembekuan yang panjang akan menyebabkan dehidrasi sebagian fraksi air sehingga akan terbentuk kristal es, serta proses thawing yang terjadi dapat membuat warna bahan menjadi kusam (kehilangan air). (Mulyawanti dkk, 2008).

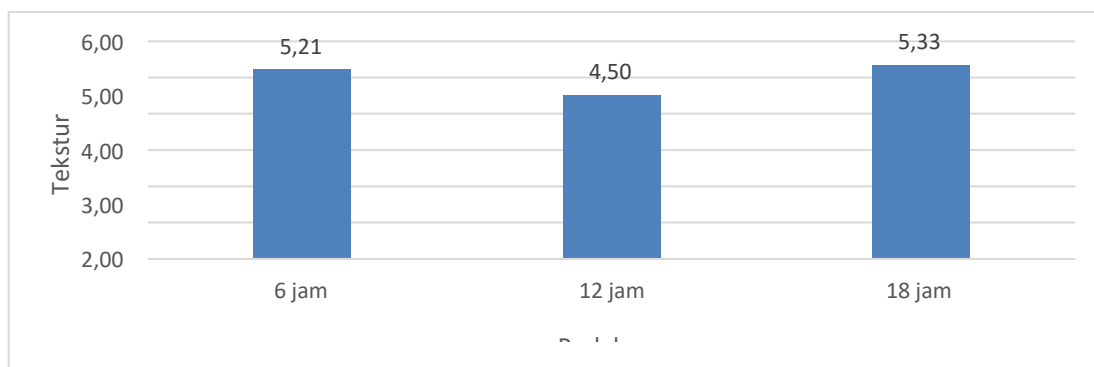
Intensitas Warna (*hue*)

Berdasarkan Tabel 2. Dapat diketahui hasil analisis sidik ragam (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji duncan menggunakan taraf 5% menunjukkan pengaruh faktor durasi pembekuan dengan 3 perlakuan berbeda terhadap parameter intensitas warna *lightness* lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$) sehingga terdapat pengaruh nyata atau signifikan. Nilai rerata hue tertinggi terdapat oleh perlakuan 1 dengan durasi waktu pembekuan 6 jam yaitu 65,73° sedangkan nilai

terendah ditunjukkan oleh perlakuan 3 dengan durasi waktu pembekuan 18 jam yaitu $63,25^\circ$. Nilai hue pada takoyaki yang dihasilkan cenderung menurun seiring dengan perlakuan durasi pembekuan akan tetapi masih menunjukkan warna kuning jika dilihat pada nilai sudutnya. Hal tersebut dikarenakan proses pembekuan menyebabkan dehidrasi sebagian fraksi air sehingga akan terbentuk kristal es, serta proses thawing yang terjadi dapat membuat warna bahan menjadi kusam (kehilangan air)

Tekstur *Hardness*

Berdasarkan Gambar 1. Dapat diketahui hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan pengaruh faktor durasi pembekuan dengan 3 perlakuan berbeda terhadap parameter tekstur *hardness* (nilai kekerasan) lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$) sehingga tidak terdapat pengaruh yang nyata. Nilai *hardness* tertinggi terdapat oleh perlakuan 3 dengan durasi pembekuan 18 jam yaitu 5,33 N sedangkan nilai terendah ditunjukkan oleh perlakuan 2 dengan durasi pembekuan 12 jam yaitu 4,50 N.



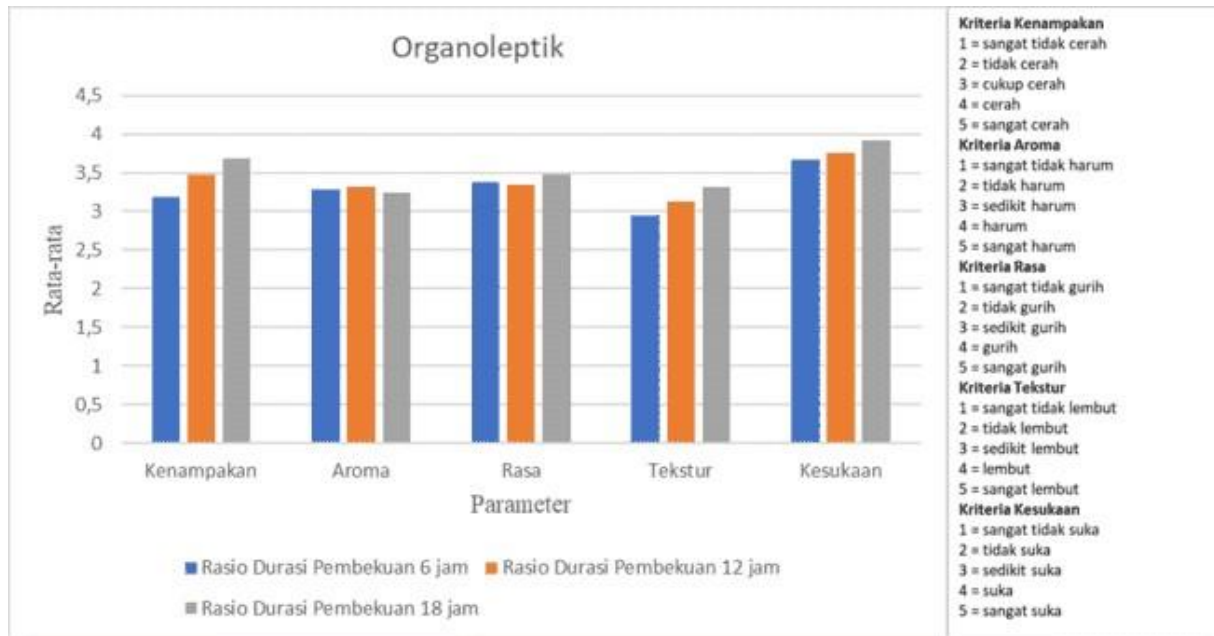
Gambar 1. Hasil analisa tekstur *hardness* takoyaki frozen

Pada proses pembekuan ABF menghasilkan kristal es halus sehingga tidak merusak struktur seluler produk pangan secara signifikan dan dapat mempertahankan *hardness* pada tekstur produk menjadi lebih lembut. Durasi waktu pembekuan yang terlalu singkat dan terlalu lama dapat mempengaruhi *hardness* suatu produk apabila tidak diperhatikan dengan tepat. Perubahan tekstur terjadi ketika jaringan produk tidak mampu menahan air saat mengalami proses pembekuan. Semakin lama proses pembekuan maka nilai tekstur akan semakin menurun (Ilyas, 1993) dalam Saputro (2019). Hal ini berbanding terbalik dengan hasil pada Gambar 1, dikarenakan nilai kadar air yang juga semakin meningkat. Kristal es yang terbentuk akibat pembekuan yang lama akan memberikan struktur yang lebih keras pada bahan.

Analisa Organoleptik Takoyaki Frozen

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa pengaruh faktor durasi pembekuan dengan 3 perlakuan berbeda terhadap

parameter organoleptik yang meliputi kenampakan, aroma, rasa, tekstur dan kesukaan lebih besar dari 0,05 ($p>0,05$) sehingga tidak terdapat pengaruh yang nyata. Rata-rata hasil organoleptik takoyaki *frozen* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rata-rata hasil uji organoleptik takoyaki *frozen*

Kenampakan

Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa pengaruh faktor durasi pembekuan dengan 3 perlakuan berbeda terhadap parameter kenampakan lebih kecil dari 0,05 ($p<0,05$) sehingga terdapat pengaruh yang nyata atau signifikan. Hasil penerimaan panelis terhadap kenampakan produk takoyaki dengan rerata total skor uji rating tertinggi adalah perlakuan 3 dengan durasi waktu pembekuan 18 jam yaitu 3,68 (cerah) sedangkan rerata terendah ditunjukkan oleh perlakuan 1 dengan durasi waktu pembekuan 6 jam yaitu 3,19 (cukup cerah). Pembekuan cepat umumnya dapat membantu mempertahankan kenampakan warna alami produk pangan karena kristal es yang dihasilkan lebih kecil. Durasi pembekuan yang terlalu lama atau singkat akan mengakibatkan warna atau kenampakan yang dihasilkan berbeda, hal ini terjadi akibat reaksi enzimatis yang diinaktivasi lebih cepat tetapi laju perubahannya sangat kecil (Calligaris dkk, 2022).

Aroma

Berdasarkan Gambar 2. Dapat diketahui hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan pengaruh faktor durasi pembekuan dengan 3 perlakuan berbeda terhadap parameter aroma lebih besar dari 0,05 ($p>0,05$) sehingga tidak terdapat pengaruh yang nyata. Hasil tingkat penerimaan panelis terhadap aroma

takoyaki menunjukkan rerata skor tertinggi oleh perlakuan 2 dengan durasi waktu pembekuan 12 jam yaitu 3,32 (sedikit harum) sedangkan rerata skor terendah ditunjukkan oleh perlakuan 3 dengan durasi waktu pembekuan 18 jam yaitu 3,24 (sedikit harum). Terjadi penurunan rerata pada aroma yang tidak signifikan hal ini dikarenakan adanya tambahan bahan baku gurita sehingga aroma khas gurita menjadi pekat, selain itu adanya penambahan bumbu pada produk juga mempengaruhi rasa (Purnomo dkk, 2019). Proses pembekuan cepat yang dilakukan secara singkat dan terlalu lama akan menghentikan aktivitas enzim dan reaksi kimia yang dapat menyebabkan kerusakan aroma.

Rasa

Berdasarkan Gambar 2. Dapat diketahui hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan pengaruh faktor durasi pembekuan dengan 3 perlakuan berbeda terhadap parameter rasa lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$) sehingga tidak terdapat pengaruh yang nyata. Hasil tingkat penerimaan rasa oleh panelis terhadap takoyaki dengan rerata skor tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan 3 dengan durasi waktu pembekuan 18 jam yaitu 3,48 (gurih) sedangkan hasil rerata terendah ditunjukkan oleh perlakuan 1 dengan durasi waktu pembekuan 6 jam yaitu 3,38 (sedikit gurih). Proses pembekuan cepat dapat menghentikan aktivitas enzim dan proses kimia yang dapat mengubah komponen rasa. Pembekuan yang singkat akan mengurangi waktu produk terpapar degradasi rasa dan menjaga kualitas rasa yang optimal. Penggunaan bahan baku yang segar dan berkualitas tinggi sebelum pembekuan juga akan membantu mempertahankan rasa alami produk (Purnomo dkk, 2019).

Tekstur

Berdasarkan Gambar 2. Dapat diketahui hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan pengaruh faktor durasi pembekuan dengan 3 perlakuan berbeda terhadap parameter tekstur lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$) sehingga tidak terdapat pengaruh yang nyata. Hasil tingkat penerimaan panelis terhadap tekstur dengan rerata skor tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan 3 dengan durasi waktu pembekuan 18 jam yaitu 3,32 (sedikit lembut) sedangkan hasil rerata terendah ditunjukkan oleh perlakuan 1 dengan durasi waktu pembekuan 6 jam yaitu 2,95 (tidak lembut). Tekstur yang dihasilkan sejalan dengan nilai *hardness*, dimana semakin lama durasi pembekuan semakin meningkat nilai *hardness*. Penyebab Perubahan tekstur terjadi ketika jaringan produk tidak mampu menahan air saat mengalami proses pembekuan. Air dalam produk yang sudah mengalami pembekuan mudah bebas selama proses *thawing*. Semakin lama penyimpanan maka tekstur semakin menurun (Ilyas, 1993) dalam Saputro (2019).

Kesukaan

Berdasarkan Gambar 2. Dapat diketahui hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan pengaruh faktor durasi pembekuan dengan 3 perlakuan berbeda terhadap parameter tekstur lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$) sehingga tidak terdapat pengaruh yang nyata. Hasil tingkat penerimaan panelis terhadap kesukaan dengan rerata skor tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan 3 dengan durasi waktu pembekuan 18 jam yaitu 3,92 (suka) sedangkan skor terendah ditunjukkan oleh perlakuan 1 dengan durasi waktu pembekuan 6 jam yaitu 3,67 (sedikit suka). Berdasarkan nilai uji rating kesukaan terhadap sensoris takoyaki dengan 3 perlakuan durasi pembekuan dari keseluruhan parameter, panelis paling menyukai sampel takoyaki dengan perlakuan 3 yaitu kenampakan yang cerah, aroma nya harum, rasa gurih dan tekstur yang lembut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa durasi waktu pembekuan menggunakan metode ABF (*air blast freezer*) tidak berpengaruh nyata terhadap TPC (*total plate count*), karakteristik fisik tekstur (*hardness* dan *cohesiveness*) dan organoleptik (kenampakan, aroma, rasa, tekstur dan kesukaan) takoyaki *frozen* yang dihasilkan. Akan tetapi, berpengaruh nyata terhadap karakteristik kimia (kadar air dan kadar protein) dan karakteristik fisik (susut bobot dan intensitas warna yang meliputi *lightness*, *chroma* dan *hue*). Perlakuan terbaik pada penelitian ini terdapat pada perlakuan 1 yaitu 6 jam berdasarkan analisis kimia nilai kadar air (63,85%), kadar protein (4,41%), TPC (5×10^4 CFU/g), analisis fisik susut bobot (2,67%), intensitas warna *lightness* (58,08%), *chroma* (22,84%), *hue* (63,25°), tekstur *hardness* (5,21 N) dan analisa organoleptik kenampakan 3,68 (cerah), aroma 3,24 (sedikit harum), rasa 3,48 (gurih), tekstur 3,32 (sedikit lembut), dan kesukaan 3,92 (suka).

DAFTAR PUSTAKA

- Akhtar S, Muhammad Issa Khan, & Farrukh Faiz. 2013. Effect of Thawing on Frozen Meat Quality: A comprehensive Review. *Pakistan Journal of Food Sciences*. 23(4): 198-211.
- AOAC. 2005. *Official method of Analysis*. 18th Edition. Association of Officiating Analytical Chemists. Washington DC. Method 935.14 and 992.24.
- Asiah, N., Cempaka, L., Ramadhan, K., & Matatula, S. H. 2020. *Prinsip Dasar Penyimpanan Pangan Pada Suhu Rendah*. Cetakan ke 1. Makassar: CV. Nas Media Pustaka.
- <https://slims.bakrie.ac.id/repository/b0b22df7fbccc16bf9a25b960f6b1c16.pdf>

- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 2005. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist*. Virginia (US): The Association of Analytical Chemist, Inc.
- Badan Standardisasi Nasional. 2006. (SNI 01-2332.3-2006). *Analisis Angka Lempeng Total*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2006. SNI 01-2346-2006. *Petunjuk Pengujian Organoleptik dan atau Sensori*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2017. *Bakso Ikan (SNI 7266: 2014)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional. 1-8.
- Banurea, I.R. et al. (2020) 'Karakterisasi Nasi Instan yang Diproduksi dengan Metode Freeze Drying', *Warta Industri Hasil Pertanian*, 37(2), p. 133. Available at: <https://doi.org/10.32765/wartaihp.v37i2.5998>.
- Bonazzi, C., & Dumoulin, E. 2011. Quality changes in food materials as influenced by drying processes. *Modern Drying Technology*. Vol. 3. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Calligaris, S., Falcone, P., & Anese, M. 2022. Color changes of tomato purees during storage at freezing temperatures, *J. Food Sci.* 67 (6): 2432-5.
- Chang, L. et al. (2023) 'Inhibition of Chitosan Ice Coating on the Quality Deterioration of Quick-Frozen Fish Balls during Repeated Freeze–Thaw Cycles', *Foods*, 12(4). Available at: <https://doi.org/10.3390/foods12040717>.
- Choiriyah, C., Jumiati., & Sukma, R. N. 2017. Pengaruh Perbedaan Jenis Ikan Dengan Metode Pembekuan Air Blast Freezer (Abf) Terhadap Mutu Ikan. *Prosiding SNasPPM (Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Masyarakat)*. 2(1): 173–176. <http://prosiding.unirow.ac.id/index.php/SNasPPM/article/view/102>.
- Harmayani, R., dan Fajri, N. A. 2019. Pengaruh Penambahan Jamur Tiram (*Pleurotus Sp.*) Terhadap Nilai Komposisi Kimia Dan Organoleptik Bakso Ayam Broiler. *Jurnal Sains dan Teknologi & Lingkungan*. 7(1):78-90.
- Huang, L.dkk. (2015) 'Oxidative changes and weakened gelling ability of saltextracted protein are responsible for textural losses in dumpling meat fillings during frozen storage', *Food Chemistry*, 185, pp. 459–469. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.025>.
- Huidobro, R. F., Miguel, E., Blázquez, B., & Onega, E. 2015. A Comparison Between Two Methods (Warner–Bratzler and Texture Profile Analysis) for Testing Either Raw Meat or Cooked Meat. *J of Meat Sci.* 69 (4) : 527–536.
- Joshua, Jaya, F.M. and Indah Anggraini (2022) 'Karakteristik Tekwan Instan Ikan Gabus (*Channa striata*) dengan Waktu Pembekuan yang Berbeda', *Jurnal*

- Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan, 17(2), pp. 129–140.
Available at: <https://doi.org/10.31851/jipbp.v17i2.10384>.
- Kusuma, A. A., Dewi, N. E., & Wijayanti, I. 2017. Perbedaan Jumlah Nutrisi Yang Hilang Pada Bandeng Beku Non Cabut Duri Dan Cabut Duri Selama Penyimpanan Suhu Rendah. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan*. 20(1): 153-163.
- Lestari, S., & Susilawati, P. N. 2015. Uji Organoleptik Mi Basah Berbahan Dasar Tepung Talas Beneng (*Xantoshoma undipes*) untuk Meningkatkan Nilai Tambah Bahan Pangan Lokal Banten. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*. 1(4): 941 – 946.
- Lipoto, S. A., Berhimpon, S. & Fatimah, F. 2016. Pengaruh penambahan tempe terhadap tingkat kesukaan dan daya simpan nugget ikan nike (*Awaous melanocephalus*). *Jurnal ilmu dan teknologi pangan*, 1(1).
- Mulyawanti, I., Dewanda, K. T., & Yulianingsih. 2008. Pengaruh Waktu Pembekuan dan Penyimpanan Terhadap Karakteristik Irisan Buah Mangga Arumanis Beku. *Jurnal Pascapanen*. 5(1): 51-58.
- Purnomo., Soetikno, N., Windari, W., & Adawiyah, R. 2019. Pengaruh Perbandingan Daging Ikan Dengan Tepung Tapioka Terhadap kualitas kerupuk Ikan Gabus (*Channa striata*). *Journal of fist Scientiae*. 9 (2): 104–114.
- Rosalina, A. G. 2010. Kajian Energi Pembekuan Daging Sapi Menggunakan Mesin Pembeku Tipe Lempeng Sentuh Dengan Suhu Pembekuan Berubah. *Skripsi*. Departemen Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Sangadji, I. 2013. Lama Penyimpanan Daging Sapi Terhadap ALT Bakteri. *Jurnal Biology Science & Education*, Vol 5 No 1. IAIN Ambon.
- Saputra, R., Indah, W., dan Rodiana, N. 2016. Karakteristik Fisiko Kimia dan Sensori Kerupuk Pangsit dengan Kombinasi Tepung Ikan Motan (*Thynnichthysthynnoides*). *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*. 5 (2): 167-177.
- Sasmitaloka, K, Widowati, S, Sukasih, E. 2019. Effect Of Freezing Temperature And Duration On Physicochemical Characteristics Of Instant Rice. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol 309. Pp 1-8.
- Sinuraya, J., Tarigan, M., Sry, W., & Tumanggor, B. O. 2023. Pengembangan Usaha Industri Rumah Tangga Frozen Food Dapoer Mama Ana Di Kelurahan Gedung Johor Kecamatan Medan Johor Kota Medan Sumatera Utara. *Jurnal Masyarakat*. 2 (1): 26-33. Politeknik Negeri Medan.

- Subijakto, A. 2021. *Pengolahan Takoyaki. Modul Pelatihan Seri Pengolahan*. Edisi ke 4. Banyuwangi: pengolahan hasil perikanan BPPP.
- Sudarmaji, S. 2007. *Analisis Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Syahrudin, M. 2014. Angka Lempeng Total Bakteri pada Broiler Asal Swalayan di Denpasar dan Kabupaten Badung. *Indonesia Medicus Veterinus*. 3(2) :107-111 ISSN : 2301-7848 107.
- Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. A. 2012. *Facilities Planning (4th Edition)*. NY:John, Wiley.
- Vera N, M., Haris, I., & Wibowo, A. 2021. Efek Pencairan Daging Dengan Metode Thawing Terhadap karakteristik Kualitas Daging Sapi Beku. *Jurnal Peternakan Lingkungan Tropis*. 4(1): 6-15.
- Wawasto, A., Santoso, J. and Nurilmala, M. (2018) 'Masyarakat Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia 367 KARAKTERISTIK SURIMI BASAH DAN KERING DARI IKAN BARONANG (Siganus sp.)', *Jphpi*, 21(2), pp. 367–376.