



PENGARUH LAMA PEMBEKUAN (*Freezing*) TERHADAP SIFAT FISIKOKIMIA DAN ORGANOLEPTIK NASI PUTIH (*Oryza sativa* L.) BEKU

[Effect of Freezing Duration on the Physicochemical and Organoleptic Properties of Frozen White Rice (*Oryza sativa* L.)]

Hamdan Fadin^{1*}, Sri Rejeki¹, Ansharullah¹

¹Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Halu Oleo, Kendari

*Email: fadinhamdan@gmail.com (Telp: +6282219758279)

Diterima tanggal 8 Mei 2025

Disetujui tanggal 28 Juni 2025

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of freezing duration on the organoleptic and physicochemical properties of frozen white rice during low-temperature storage. A completely randomized design (CRD) with one factor, freezing duration, was employed, consisting of five treatments with three replications: A0 (0 h), A1 (48 h), A2 (96 h), A3 (144 h), and A4 (192 h), totaling 15 experimental units. Data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA), and significant differences were further assessed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at a 95% confidence level ($\alpha = 0.05$). Results indicated that freezing duration significantly affected the organoleptic quality of white rice in both hedonic and descriptive evaluations, with longer freezing reducing quality. Parameter scores were: texture 4.13–3.13 (hedonic) and 4.23–3.13 (descriptive), aroma 4.23–3.47 (hedonic) and 4.23–3.53 (descriptive), taste 4.17–3.47 (hedonic) and 4.27–3.20 (descriptive), and color 4.03–3.23 (hedonic). Moisture and ash contents decreased (56.9%–51.5% and 0.40%–0.37%), while lightness (L) increased (73.74–78.02). Resistant starch analysis on A0 and A2 showed an increase from 1.16% to 1.70%.

Keywords: Freezing time, frozen rice, resistant starch, white rice.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama pembekuan terhadap sifat organoleptik dan fisikokimia nasi putih setelah penyimpanan pada suhu rendah. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yaitu lama pembekuan dengan lima perlakuan dan tiga ulangan: A0 (0 jam), A1 (48 jam), A2 (96 jam), A3 (144 jam), dan A4 (192 jam), sehingga terdapat 15 unit percobaan. Data dianalisis menggunakan Analisis Varian (ANOVA), dan bila terdapat perbedaan nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama pembekuan berpengaruh signifikan terhadap kualitas organoleptik nasi putih secara hedonik dan deskriptif; semakin lama dibekukan, kualitas menurun. Nilai parameter tekstur 4,13–3,13 (hedonik) dan 4,23–3,13 (deskriptif), aroma 4,23–3,47 (hedonik) dan 4,23–3,53 (deskriptif), rasa 4,17–3,47 (hedonik) dan 4,27–3,20 (deskriptif), serta warna 4,03–3,23 (hedonik). Kadar air dan abu menurun (56,9%–51,5% dan 0,40%–0,37%), sedangkan kecerahan warna (L) meningkat (73,74–78,02). Uji pati resisten pada A0 dan A2 menunjukkan peningkatan dari 1,16% menjadi 1,70%.

Kata kunci: Lama pembekuan, nasi beku, nasi putih, pati resisten.



PENDAHULUAN

Makanan cepat saji sudah menjadi bagian yang tak terpisahkan dari gaya hidup masyarakat moderen, terutama di kalangan masyarakat perkotaan. Kenyamanan, kecepatan, dan biaya yang relatif terjangkau membuat makanan cepat saji menjadi pilihan utama bagi masyarakat yang memiliki kesibukan dan keterbatasan waktu untuk menyiapkan makanan sendiri. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ainslie dan D'Astous (2020), mahasiswa di berbagai perguruan tinggi lebih cenderung memilih makanan cepat saji karena aksesnya mudah dan waktu persiapannya yang singkat. Menurut survei Nielsen (2020), hampir 35% konsumen di Indonesia mengonsumsi makanan cepat saji setidaknya satu kali dalam seminggu.

Salah satu makanan cepat saji yang sering dikonsumsi adalah nasi. Nasi biasanya dimasak sebelum dimakan dan membutuhkan waktu \pm 45 menit, hal ini tidak sesuai dengan gaya hidup orang perkotaan yang sibuk dan tidak sempat memasak nasi. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah memasak nasi dalam jumlah yang banyak dan diawetkan. Cara paling efektif untuk mengawetkan nasi adalah dengan cara pembekuan. Nasi beku merupakan nasi yang telah melalui proses pembekuan demi menjaga kualitas dan kesegarannya. Tujuan dari variasi waktu pembekuan ini adalah untuk mengamati perubahan pada nasi putih beku seiring dengan lama pembekuan, memperpanjang masa simpan nasi, mengurangi perkembangan mikroorganisme, serta mempertahankan tekstur dan rasa nasi (Ramdayani dan Murtini, 2022).

Pembekuan bahan pangan adalah penyimpanan pada suhu dibawah titik beku bahan pangan. Suhu dan lama pembekuan berpengaruh terhadap mutu produk pangan, penurunan mutu bahan pangan disebabkan adanya perubahan kimia dan fisik. Pembekuan akan mengakibatkan perubahan pada struktur jaringan, baik untuk sayuran, buah-buahan maupun bahan pangan hewani. Oleh sebab itu, bahan pangan beku setelah mengalami *thawing* (penyegaran/pencairan kembali), akan lebih mudah rusak dari bahan pangan segar. Perubahan kualitas buah-buahan dan sayuran beku, biasanya oleh aktivitas enzim (Sobari *et al.*, 2019)

Menurut penelitian Ramdayani, (2021) menunjukkan bahwa suhu dan pembekuan berpengaruh terhadap karakteristik kimia dan fisik pada nasi sorgum instan. Interaksi antara suhu dan lama pembekuan memberikan pengaruh terhadap sifat organoleptik nasi. Menurut penelitian Laili, (2018) menunjukkan bahwa lama waktu pembekuan pada suhu -18°C dan waktu 24 jam mempengaruhi kandungan pati resisten dan daya cerna pada beras ketan hitam, merah, dan putih yang dimasak. Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini menjadi sangat penting untuk dilakukan, dimana peneliti akan menganalisis terkait bagaimana pengaruh lama pembekuan terhadap kualitas nasi beku.



BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bahan pengolahan dan bahan analisis. Bahan pengolahan terdiri dari bahan baku beras (SPHP, Perum Bulog, Jakarta Pusat) dan air diperoleh dari Depot Kambu. Sedangkan untuk bahan analisis yang digunakan adalah silika gel dan nasi untuk menguji kadar air dan abu, sedangkan untuk bahan analisis pati resisten adalah *aluminium foil*, *buffer fosfat* (0,08 M. pH 6), α -amilase (PONDE, Shaanxi Fonde Biotech Co), NaOH, *enzim protease* (PONDE, Shaanxi Fonde Biotech Co), HCl, *amiloglukosidase* (PONDE, Shaanxi Fonde Biotech Co), etanol 95%, etanol 78%, dan aseton, semua bahan kimia yang digunakan berkualitas teknis

Tahapan Penelitian

Pembuatan Nasi (Purbowati dan Anugrah, 2020)

Menyiapkan beras sebanyak 600 gram, air sebanyak 750 mL, serta sebuah *rice cooker*. Langkah pertama, memasukkan beras ke dalam *rice cooker*, lalu cuci sebanyak tiga kali menggunakan 1.000 mL air dan tiriskan. Setelah itu, memasukkan kembali beras ke dalam *rice cooker*, tambahkan 750 mL air. Menyalakan *rice cooker* dengan menekan tombol "*cooking*". Tunggu hingga lampu indikator berubah menjadi "*warm*", yang menandakan bahwa nasi telah matang. Nasi siap untuk disajikan.

Pembekuan Nasi (Enandini, 2024)

Mendinginkan nasi yang telah matang hingga mencapai suhu ruang. Setelah itu, nasi dibagi dalam porsi kecil sebanyak 200 gram, lalu dimasukkan ke dalam wadah kedap udara atau plastik khusus *freezer*. setelah itu mengatur suhu *freezer* -18°C lalu memasukkan nasi dalam *freezer* dan membekukan nasi sesuai waktu yang diinginkan (48 jam, 96 jam, 144 jam, dan 192 jam).

Microwave Nasi (Sasmitaloka dan Banurea, 2020)

Sebelum dilakukan analisis terhadap nasi beku, diperlukan proses pemanasan terlebih dahulu. Langkah pertama mengeluarkan nasi dari *freezer* dan membiarkannya selama kurang lebih 30 menit pada suhu ruang untuk proses *thawing* (pencairan kembali). Selanjutnya, nasi dikeluarkan dari kemasan plastik dan dipindahkan ke dalam wadah yang tahan terhadap pemanasan dalam *microwave*. Wadah kemudian dimasukkan ke dalam *microwave*, disetel pada daya menengah hingga rendah (sekitar 280 Watt), dan dipanaskan selama 5 menit. Setelah proses pemanasan selesai, nasi siap untuk disajikan.

Penilaian Organoleptik

Penilaian organoleptik meliputi tekstur, aroma, warna, dan rasa terhadap produk nasi beku masing-masing perlakuan, untuk menentukan produk nasi beku yang paling disukai oleh panelis, pengujian ini berdasarkan pada pemberian skor panelis terhadap warna, tekstur, aroma dan rasa, sedangkan uji deskriptif



dilakukan untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai karakteristik produk. Pengujian menggunakan 30 orang panelis tidak terlatih.

Tabel 1. Skor Perbandingan dari Kriteria Uji Hedonik

Skor	Kriteria Uji Hedonik
5	Sangat Suka
4	Suka
3	Agak Suka
2	Tidak Suka
1	Sangat Tidak Suka

Tabel 2. Skor Perbandingan dari Kriteria Uji Deskriptif

Skor	Kriteria Uji Deskriptif		
	Aroma	Tekstur	Rasa
5	Sangat tidak beraroma tengik	Sangat empuk	Sangat enak (manis dan gurih)
4	Tidak beraroma tengik	Empuk	Enak (gurih)
3	Agak beraroma tengik	Sedikit lembek	Agak berasa (Sedikit gurih)
2	Beraroma tengik	Lembek	Hambar (tidak berasa)
1	Sangat beraroma tengik	Sangat Lembek	Sangat hambar (Sangat tidak berasa)

Analisis Fisikokimia

Analisis fisik nasi beku meliputi uji warna metode colorimeter (Masyin *et al.*, 2023), sedangkan analisis kimia nasi beku meliputi kadar air metode thermogravimetri (AOAC 2012 ; Faradilla, 2021), kadar abu metode thermogravimetri (AOAC 2012 ; Faradilla, 2021) dan kadar pati resisten metode enzimatis-gravimetri (Modifikasi Kim *et al.*, 2003).

Analisis Pati Resisten (Modifikasi Kim *et al.*, 2003)

Timbang 0,5 g sampel dalam gelas piala, tambahkan 25 mL *buffer fosfat* dan 0,05 mL α -amilase (aktivitas 100.000 u/g) sambil di aduk rata, tutup gelas dengan *aluminium foil*. Panaskan di *waterbath* 50°C selama 60 menit diaduk setiap 10 menit, dinginkan sampai suhu ruang, tambahkan 5 mL NaOH dan 0,05 mL enzim *protease* (aktivitas 20.000 u/g) kemudian aduk rata, panaskan lagi di *waterbath* 50°C selama 60 menit, dinginkan sampai suhu ruang, kemudian tambahkan 5 mL HCl dan 0,06 mL *amiloglukosidase* (aktivitas 100.000 u/g), Inkubasi di *waterbath* 50°C selama 30 menit. Tambahkan etanol 95% hingga mencapai volume 100 mL. Diamkan selama 12 jam pada suhu ruang. Timbang terlebih dahulu kertas saring untuk mengetahui berat kertas saring, saring campuran dengan kertas saring, kemudian Cuci residu dengan: 20 mL etanol 78% (3 kali), 10 mL etanol murni (2 kali), 10 mL asetat (2 kali), setelah itu keringkan residu dalam oven 40°C, 3 – 5 menit. Hitung menggunakan rumus:



$$\text{Kadar pati resisten (\%bk)} = \frac{(\text{berat residu yang tidak larut (g)} - \text{kertas saring}) \times 100}{\text{berat sampel (g)}}$$

Rancangan Penelitian

Rancangan pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 faktor, yaitu variasi lama pembekuan dengan 5 perlakuan yakni A0 (0 jam), A1 (48 jam), A2 (96 jam), A3 (144 jam), dan A4 (192 jam), di mana setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga menghasilkan 15 unit percobaan.

Analisis Data

Data penelitian dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) satu faktor pada rancangan acak lengkap (RAL) untuk mengevaluasi pengaruh konsentrasi gula pasir terhadap kualitas minuman probiotik semangka kuning. Perlakuan yang berpengaruh di uji lanjut menggunakan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) untuk menentukan perbedaan signifikan antar perlakuan jika terdapat efek yang signifikan pada tingkat $\alpha = 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Organoleptik

Rekapitulasi hasil sidik ragam (uji F) produk nasi putih dengan variasi lama pembekuan menggunakan freezer terhadap penilaian organoleptik yang meliputi tekstur, warna, aroma dan rasa disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Sidik Ragam Organoleptik Nasi Putih Beku

Variabel pengamatan Nasi Putih Beku	Organoleptik	
	Hedonik	Deskriptif
Tekstur	**	**
Aroma	**	**
Rasa	**	**
Warna	**	-

Keterangan: (**) Berbeda sangat nyata karena nilai F hitung lebih besar dari F tabel ($p > 0.01$)

Berdasarkan data pada Tabel 1, menunjukkan bahwa hasil sidik ragam organoleptik pada uji hedonik dan deskriptif terhadap parameter tekstur, aroma, rasa, dan warna terdapat pengaruh sangat nyata antara perlakuan.

Hedonik

Hasil penilaian organoleptik hedonik terhadap tekstur, warna, aroma, dan rasa nasi putih beku dapat dilihat pada Tabel 4, berikut.

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan rerata organoleptik hedonik tekstur tertinggi pada perlakuan A1 (48 jam) sebesar 4,13 (suka) dan rerata terendah pada perlakuan A4 (192 jam) sebesar 3,13 (agak suka). Semakin lama waktu pembekuan setelah perlakuan A1 maka semakin menurunkan tingkat kesukaan panelis terhadap



tekstur nasi beku. Hal ini didukung oleh Alfariqi dan Purdiyanto (2023), bahwa lama pembekuan berpengaruh terhadap tingkat kesukaan tesktur pada nugget ayam, dimana semakin lama dibekukan maka tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur akan menurun. Menurut Ramdayani (2020), lama pembekuan berpengaruh nyata terhadap tekstur nasi. Semakin lama pembekuan, semakin banyak pori-pori yang terbentuk dalam struktur nasi akibat proses pembekuan yang lambat. Hal ini menyebabkan nasi lebih mudah menyerap udara saat dihidrasi, sehingga teksturnya menjadi lebih lembut. Jika pembekuan dilakukan dalam keadaan kedap udara, pembentukan kristal es dalam nasi akan berbeda.

Tabel 4. Hasil Penilaian Organoleptik Hedonik Warna, Aroma, Rasa dan Tekstur Nasi Putih Beku

Perlakuan (Lama Pembekuan)	Tekstur	Kategori	Warna	Kategori	Aroma	Kategori	Rasa	Kategori
A0 (0 jam)	4,10 ^{ab} ± 0,71	suka	3,97 ^{ab} ± 0,71	Suka	4,00 ^{ab} ± 0,79	Suka	4,10 ^{ab} ± 0,8	Suka
A1 (48 jam)	4,13 ^a ± 0,68	suka	4,03 ^a ± 0,67	Suka	4,23 ^a ± 0,57	Suka	4,17 ^a ± 0,6	Suka
A2 (96 jam)	3,87 ^{ab} ± 0,6	suka	3,83 ^{abc} ± 0,6	Suka	4,07 ^a ± 0,64	Suka	3,90 ^{ab} ± 0,8	Suka
A3 (144 jam)	3,33 ^b ± 0,61	Agak suka	3,57 ^{bc} ± 0,61	Suka	3,77 ^{bc} ± 0,77	Suka	3,70 ^b ± 0,7	Suka
A4 (192 jam)	3,13 ^b ± 0,57	Agak suka	3,23 ^c ± 0,56	Agak Suka	3,47 ^c ± 0,68	Agak Suka	3,47 ^b ± 0,6	Agak Suka

Keterangan : Data merupakan rerata dari 3 kali ulangan

Angka setelah ± menunjukkan standar deviasi

Angka yang diikuti notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0,05$)

Sedangkan Warna merupakan kesan pertama karena menggunakan indera penglihatan. Warna yang menarik akan mengundang selera panelis (Winarno. 1997; Lamusu. 2018). Berdasarkan Tabel 4, lama pembekuan berpengaruh terhadap warna nasi putih beku dimana tingkat kesukaan warna pada nasi mengalami penurunan berdasarkan rerata organoleptik hedonik diperoleh rerata 4,03 – 3,23 dengan kategori suka – agak suka. Penurunan tersebut disebabkan oleh lama pembekuan, selama proses pembekuan nasi mengalami retrogradasi pati dan pembentukan pori yang dapat mengubah warna pada nasi putih. Menurut Mulyawanti dan Dewandari (2008) mengatakan bahwa lama pembekuan berpengaruh terhadap tingkat kesukaan warna pada mangga beku, semakin lama dibekukan maka warna pada bahan pangan akan semakin menurun karena lambatnya proses pembekuan menyebabkan terjadinya aktifitas enzim pada bahan pangan yang dapat mengubah warna bahan pangan.

Selanjutnya aroma merupakan sensasi subyektif yang dihasilkan dengan penciuman (pembauan) (Kusmawati *et al.*, 2000; Lamusu. 2018). Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan rerata organoleptik hedonik tertinggi



yaitu 4,23 (suka) dan terendah 3,47 (agak suka). Menurut Bait *et al.* (2024), menunjukkan bahwa lama pembekuan berpengaruh terhadap tingkat kesukaan rasa pada lemon beku mengalami penurunan hal ini disebabkan terbentuknya senyawa volatil selama penyimpanan, sehingga memberikan aroma dan citarasa yang kurang menarik.

Rasa merupakan sesuatu yang diterima oleh lidah. Dalam pengindraan cecapan manusia dibagi empat cecapan utama yaitu manis, pahit, asam dan asin serta ada tambahan respon bila dilakukan modifikasi (Zuhra. 2006; Lamusu. 2018). Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan lama pembekuan berpengaruh terhadap rasa dari nasi putih. Berdasarkan rerata organoleptik hedonik mendapat nilai tertinggi 4,17 pada perlakuan A1 (48 jam) dan rerata terendah 3,47 pada perlakuan A4 (192 jam). Menurut Bait *et al.* (2024), menunjukkan bahwa lama pembekuan berpengaruh terhadap tingkat kesukaan rasa pada melon beku, semakin lama pembekuan menurunkan tingkat kesukaan panelis, hal ini disebabkan oleh perubahan pigmen atau perubahan senyawa dalam bahan pangan.

Deskriptif

Hasil penilaian organoleptik deskriptif terhadap warna, aroma, dan rasa minuman probiotik semangka kuning dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Penilaian Organoleptik Deskriptif Tekstur, Aroma, dan Rasa Nasi Putih Beku

Perlakuan (Lama Pembekuan)	Tekstur	Kategori	Aroma	Kategori	Rasa	Kategori
A0 (0 jam)	4,10 ^a ± 0,55	Empuk	3,77 ^b ± 0,77	Tidak beraroma tengi	4,07 ^a ± 0,83	Enak (gurih)
A1 (48 jam)	4,23 ^a ± 0,57	Empuk	4,23 ^a ± 0,68	Tidak beraroma tengi	4,27 ^a ± 0,78	Enak (gurih)
A2 (96 jam)	3,93 ^{bc} ± 0,55	Empuk	4,03 ^{ab} ± 0,56	Tidak beraroma tengi	3,90 ^{bc} ± 0,61	Enak (gurih)
A3 (144 jam)	3,27 ^c ± 0,58	Sedikit lembek	3,70 ^b ± 0,53	Tidak beraroma tengi	3,43 ^c ± 0,73	Agak berasa (Sedikit gurih)
A4 (192 jam)	3,13 ^c ± 0,63	Sedikit lembek	3,53 ^b ± 0,57	Tidak beraroma tengi	3,20 ^c ± 0,55	Agak berasa (Sedikit gurih)

Keterangan : Data merupakan rerata dari 3 kali ulangan

Angka setelah ± menunjukkan standar deviasi

Angka yang diikuti notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0,05$)

Berdasarkan Tabel 5, penilaian organoleptik deskriptif, lama pembekuan berpengaruh terhadap tekstur nasi hal ini dapat dilihat dari rerata organoleptik deskriptif dengan nilai tertinggi 4,23 (empuk) menurun sampai 3,13 (sedikit berair), nilai tersebut diperoleh dari analisis DMRT. Hal ini disebabkan oleh terbentuknya pori-pori didalam nasi yang disebabkan oleh udara dingin yang tercipta dari proses pembekuan. Hal ini didukung Yu *et al.* (2010), lama pembekuan dan kecepatan pembekuan sangat mempengaruhi tekstur nasi beku, pembekuan cepat lebih baik dalam menjaga kelembutan tekstur, sedangkan pembekuan lambat mempercepat retrogradasi pati,



yang menyebabkan nasi menjadi lebih keras setelah pencairan dan pemanasan ulang. Menurut Sonia *et al.* (2015), nasi yang telah dibekukan dan didinginkan dalam waktu lama cenderung memiliki tekstur lebih keras dan kurang pulen dibandingkan nasi yang baru dimasak. Hal ini terjadi karena pati dalam nasi mengalami kristalisasi ulang yang membuatnya lebih kaku dan kurang lembut saat dikunyah.

Hasil penilaian organoleptik deskriptif aroma, semua perlakuan menunjukkan karakteristik yang sama yaitu (tidak beraroma tengik/wangi nasi), dengan rerata organoleptik 4,23 - 3,53. Penurunan aroma nasi disebabkan oleh terbentuknya kristal es yang merusak struktur nasi dan menghilangkan aroma nasi. Hal ini didukung oleh Yu *et al.* (2010), pembekuan lambat menyebabkan cenderung terbentuknya kristal es yang lebih besar, yang dapat merusak struktur seluler nasi dan mempercepat hilangnya komponen volatil yang berkontribusi terhadap aroma. Selain itu, retrogradasi pati yang lebih cepat pada pembekuan lambat dapat mengubah interaksi antara pati dan senyawa aroma, sehingga menyebabkan aroma nasi menjadi kurang segar atau mengalami perubahan setelah pencairan. Berdasarkan Qiao dan Peng. (2024), proses pembekuan dapat mempengaruhi aroma mie beras beku melalui beberapa mekanisme. Pembekuan yang lambat dapat merusak struktur seluler dan menyebabkan hilangnya senyawa volatil yang berkontribusi pada aroma. Namun, pembekuan cepat dapat mempertahankan struktur jaringan pangan dan melindungi senyawa volatil, sehingga aroma produk tetap stabil selama penyimpanan.

Berdasarkan Tabel 5, penilaian organoleptik deskriptif rasa, mendapatkan rerata organoleptik tertinggi 4,27 (A1) dan terendah 3,20 (A4) dengan kategori gurih sampai sedikit gurih. Nilai tersebut menunjukkan perbedaan yang sangat nyata antara perlakuan, dimana terlihat bahwa semakin lama waktu pembekuan, kualitas rasa nasi putih beku cenderung menurun disebabkan oleh perubahan struktur pati karena terbentuknya kristal es selama proses pembekuan yang menyebabkan perubahan rasa pada nasi. Menurut Sonia *et al.* (2015), nasi yang telah dibekukan mengalami perubahan rasa akibat retrogradasi pati, yang membuatnya terasa lebih hambar dan kurang segar dibandingkan nasi yang baru dimasak. Proses pembekuan dan pemanasan ulang menyebabkan hilangnya sebagian senyawa volatil yang berkontribusi terhadap aroma dan rasa, sehingga nasi cenderung memiliki rasa yang lebih netral. Hal ini sejalan Ramdayani dan Murtini. (2022), pembekuan dapat mempengaruhi rasa nasi putih karena perubahan struktur pati dan kandungan volatil selama proses pembekuan dan penyimpanan. Saat nasi dibekukan, air di dalamnya membentuk kristal es yang dapat merusak struktur butiran pati. Selain itu, jika penyimpanan terlalu lama atau tidak dalam kondisi kedap udara, nasi beku dapat mengalami oksidasi lemak atau penyerapan bau dari lingkungan freezer, yang bisa menyebabkan rasa sedikit tengik atau tidak segar.



Penentuan Perlakuan Terpilih

Pemilihan perlakuan terbaik dalam analisis organoleptik nasi putih beku didasarkan pada nilai tertinggi yang diberikan panelis terhadap seluruh aspek kesukaan. Proses ini dilakukan melalui perhitungan nilai rerata hedonik dan deskriptif, dengan mempertimbangkan variabel tekstur, aroma, rasa, dan warna. Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan terbaik adalah A1 dengan waktu pembekuan 48 jam. Namun, karena penelitian melakukan pengujian terhadap lama waktu pembekuan terhadap nasi putih, sehingga perlakuan A2 dipilih. Selain itu, perlakuan A2 memiliki nilai rerata tertinggi urutan ketiga dari semua perlakuan. Selanjutnya, analisis pada perlakuan terpilih dibandingkan dengan kontrol (A0 tanpa pembekuan) untuk uji pati resisten, sementara pengujian kadar air, kadar abu, dan warna dilakukan pada semua perlakuan.

Analisis Fisikokimia

Analisis Kadar Air

Kadar air adalah jumlah kandungan air didalam butir beras yang dinyatakan dalam satuan persen dari berat beras yang mengandung air tersebut (berat basah). Kadar air merupakan salah satu parameter yang sangat berpengaruh dalam proses penyimpanan nasi. Nasi yang memiliki kadar air yang tinggi akan mudah rusak dan mengalami penurunan mutu (Selvianti *et al.*, 2022). Hasil rekapitulasi Analisis kadar air produk nasi putih beku berdasarkan hasil uji DMRT, dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rerata Uji Kadar Air Nasi Putih Beku

Perlakuan (Lama Pembekuan)	Rerata Kadar Air Rerata \pm SD	Kadar Air (%)	Keterangan
A0 (0 jam)	0,569 ^a \pm 0,00	56,9%	
A1 (48 jam)	0,522 ^b \pm 0,01	52,2%	
A2 (96 jam)	0,520 ^b \pm 0,01	52,0%	56,01-57,68%*
A3 (144 jam)	0,516 ^b \pm 0,02	51,6%	
A4 (192 jam)	0,515 ^b \pm 0,02	51,5%	

Keterangan: (*) = Millenia (2020)

Data merupakan rerata dari 3 kali ulangan, Angka setelah \pm menunjukkan standar deviasi, Angka yang diikuti notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0,05$)

Berdasarkan Tabel 6. Hasil uji kadar air pada nasi putih yang dibekukan menunjukan bahwa lama pembekuan berpengaruh terhadap kadar air nasi putih. Semakin lama waktu pembekuan, maka kadar air pada nasi putih akan menurun yang awalnya 56,9% menjadi 51,5%. Hasil tersebut maka dapat dikatakan bahwa nilai kadar air nasi putih mengalami penurunan ketika semakin lama dibekukan karena adanya kristalisasi pada nasi putih, sesuai dengan Millenia (2020) kadar air nasi putih matang adalah 56,01- 57,68% per 100 g nasi. Menurut Sonia *et al.* (2015), semakin lama nasi dibekukan, semakin banyak air di dalamnya yang membeku dan mengalami kristalisasi. Hal ini dapat menyebabkan nasi menjadi lebih kering karena saat dipanaskan ulang, tidak



semua air yang hilang bisa kembali terserap. Jika penyimpanan tidak rapat, nasi juga bisa kehilangan lebih banyak air akibat penguapan pembekuan yang lama juga dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya sublimasi es (*freezer burn*) jika penyimpanan tidak dilakukan dengan kemasan yang rapat, dapat mengurangi kadar air nasi beku. Pembekuan dapat mempengaruhi kadar air nasi beku karena terbentuknya kristal es selama proses pembekuan. Saat nasi dibekukan, air di dalamnya membeku menjadi kristal es yang dapat merusak struktur sel dan butiran pati. Ketika nasi dicairkan, sebagian air dapat keluar dari jaringan nasi, yang menyebabkan penurunan kadar air dan membuat nasi terasa lebih kering dibandingkan sebelum dibekukan (Ramdayani dan Murtini. 2022).

Analisis Kadar Abu

Abu adalah residu anorganik yang tersisa setelah pembakaran bahan organik. Kandungan dan komposisi abu dipengaruhi oleh jenis bahan dan metode pengabuan. Kadar abu merupakan indikator kandungan mineral dalam suatu bahan setelah proses pembakaran menghilangkan kandungan karbon. Semakin tinggi kadar abu, maka semakin tinggi pula kandungan mineral dalam bahan tersebut (Sukasih *et al.*, 2020). Hasil rekapitulasi Analisis kadar abu produk nasi putih beku berdasarkan hasil uji DMRT, dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rerata Uji Kadar Abu Nasi Putih Beku

Perlakuan (Lama Pembekuan)	Rerata Kadar Abu Rerata \pm SD	Kadar Abu (%)	Keterangan
A0 (0 jam)	0,00400 ^a \pm 7,48	0,40%	
A1 (48 jam)	0,00382 ^a \pm 0,00	0,38%	
A2 (96 jam)	0,00382 ^a \pm 9,63	0,38%	0,4%*
A3 (144 jam)	0,00377 ^b \pm 1,52	0,38%	
A4 (192 jam)	0,00368 ^b \pm 0,00	0,37%	

Keterangan: (*) = USDA Food Data Central (2022).

Data merupakan rerata dari 3 kali ulangan, Angka setelah \pm menunjukkan standar deviasi, Angka yang diikuti notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0,05$)

Berdasarkan Tabel 7, hasil uji kadar abu pada nasi putih yang dibekukan menunjukkan bahwa lama pembekuan memberikan pengaruh yang tidak terlalu signifikan terhadap kadar abu dengan nilai 0,40% menjadi 0,36%. Hal ini menunjukkan lama pembekuan berpengaruh terhadap kadar abu dari nasi putih disebabkan terjadinya perubahan struktur nasi dan kehilangan komponen tertentu selama proses pembekuan dan pencairan. Menurut USDA (2022) kadar abu nasi adalah 0,4% untuk 100 g nasi. Lama pembekuan tidak secara langsung mengubah kadar abu nasi, karena kadar abu merupakan sisa mineral yang tidak menguap saat proses pemanasan. Namun, pembekuan yang terlalu lama dapat menyebabkan sublimasi es dan kehilangan air yang lebih besar, yang dapat membuat konsentrasi abu dalam nasi terlihat lebih rendah secara proporsional (Banurea *et al.*, 2020). Pembekuan dapat mempengaruhi kadar abu nasi dengan beberapa cara, terutama melalui



perubahan struktur dan kehilangan komponen tertentu selama proses pembekuan dan pencairan. Kadar abu merupakan sisa mineral yang tidak menguap setelah pemanasan, sehingga secara langsung tidak berubah akibat pembekuan (Selvianti *et al.*, 2022).

Analisis Pati Resisten

Pati resisten (resisten start) adalah bagian pati yang sulit dihidrolisis oleh enzim α -amilase di usus halus, sehingga tidak menghasilkan kalori, namun dapat difermentasi oleh mikroba di usus besar (Birt *et al.*, 2013; Fajriani *et al.*, 2023). Secara umum, pati resisten dibagi menjadi lima tipe, tergantung pada mekanisme resistensi yang berbeda terhadap pencernaan dalam tubuh manusia (Hasjim dan Jane. 2013). Kadar pati resisten dalam sumber pati alami memang terbatas dan bervariasi, namun ketersediaan berbagai jenis pati alami yang melimpah memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi pati resisten. Berbagai sumber pati seperti sagu, ubi jalar, singkong, garut, dan beras telah diteliti sebagai bahan baku potensial untuk produksi pati resisten (Rozali. 2024). Hasil rekapitulasi Analisis kadar pati resisten produk nasi putih beku berdasarkan hasil uji DMRT, dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rerata Analisis Pati Resisten Nasi Putih Beku

Perlakuan (Lama Pembekuan)	Rerata Pati Resisten Rerata \pm SD	Pati Resisten (%)	Keterangan
A0 (perlakuan kontrol)	1,163 ^b \pm 0,08	1,16%	1,11 – 1,36%*
A2 (perlakuan terpilih)	1,702 ^a \pm 0,06	1,70%	

Keterangan: (*) = Pangastuti dan Permana . (2021).

Berdasarkan Tabel 14. Menunjukkan bahwa lama pembekuan berpengaruh terhadap kadar pati resisten nasi putih beku hal ini di tunjukan oleh nilai rata rata yang di dapatkan dari perlakuan terkontrol (A0) = 1,163% dan perlakuan terpilih (A2) = 1,702%. Hasil analisis pati resisten pada nasi putih beku dengan perlakuan kontrol (A0) dan terpilih (A2), dimana A0 merupakan nasi putih yang tidak dibekukan (0 jam) dan A2 merupakan nasi putih yang dibekukan selama 96 jam. Hasil menunjukkan bahwa lama pembekuan berpengaruh terhadap kadar pati resisten nasi. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Pangastuti dan Permana. (2021), mengatakan bahwa kadar pati resisten nasi matang adalah 1,11-1,16%, Ordonio dan Matsuoka (2016) mengatakan bahwa kadar pati resisten dari nasi putih kurang dari 3%, hal ini menunjukkan bahwa kadar pati resisten pada nasi putih yang di bekukan dengan waktu yang berbeda akan meningkatkan kadar pati resisten nasi. Menurut Ramdayani dan Murtini (2022) menunjukkan bahwa lama pembekuan juga berpengaruh terhadap kadar pati dalam nasi. Semakin lama pembekuan, terjadi penurunan kadar amilosa akibat retrogradasi, yang dapat meningkatkan jumlah pati resisten. Proses pembekuan dapat mempercepat terbentuknya ikatan hidrogen baru dalam struktur pati, sehingga meningkatkan resistensi terhadap enzim pencernaan.



Menurut Bojarczuk *et al.* (2022) kandungan pati resisten dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk jenis pati, proses pengolahan, ukuran partikel, dan keberadaan senyawa lain seperti lemak, protein, dan serat pangan. Proses pengolahan seperti gelatinisasi dapat meningkatkan pencernaan pati, sehingga menurunkan kandungan pati resisten, sementara pendinginan setelah pemanasan dapat meningkatkan pembentukan pati resisten tipe retrogradasi. Pati resisten memiliki efek menguntungkan bagi kesehatan. Peningkatan glukosa, sensitivitas sel yang lebih besar terhadap insulin, dan peningkatan rasa kenyang setelah makan merupakan manfaat potensial lain dari pati resisten dalam makanan. Hal ini sejalan dengan Birt *et al.* (2013) pati resisten memiliki manfaat untuk kesehatan, seperti membantu mencegah penyakit kronis seperti diabetes, kanker usus, dan obesitas. Pati resisten akan sampai ke usus besar dan difermentasi, untuk menghasilkan zat yang bermanfaat bagi tubuh. Hal ini menunjukkan bahwa mengonsumsi makanan yang memiliki kadar pati resisten yang tinggi memiliki manfaat bagi tubuh.

Uji Warna

Uji warna adalah metode analisis yang digunakan untuk menentukan koordinat warna dalam sistem colorimeter, dengan memanfaatkan interaksi cahaya dengan material (Snizhko *et al.*, 2017). Colorimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur dan mengkuantifikasi warna suatu objek atau sampel. Alat ini bekerja dengan cara mengukur jumlah cahaya yang dipantulkan atau ditransmisikan oleh sampel pada berbagai panjang gelombang dalam spektrum visible (Goñi dan Salvadori. 2017). Hasil rekapitulasi uji warna resisten produk nasi putih beku berdasarkan hasil uji DMRT, dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji Warna Nasi Putih Beku

Perlakuan (Lama Pembekuan)	Uji Warna			
	L*	a*	b*	ΔE
A0 (0 jam)	73,74	-2,28	5,85	0,00
A1 (48 jam)	73,77	-1,48	2,97	1,14
A2 (96 jam)	77,92	-1,91	5,54	4,19
A3 (144 jam)	78,02	-0,78	3,27	4,34
A4 (192 jam)	76,25	-2,27	5,79	1,18
Keterangan:	L* = Warna Putih/Kecerahan (+ = lebih terang, - = gelap), a* = Warna Merah-Hijau (+ = merah, - = hijau), b* = Warna Kuning-Biru (+ = lebih kuning, - = biru), ΔE* = Total perbedaan warna.			

Nilai kecerahan (L*) merupakan skala warna dari gelap-terang dengan rentang nilai 0 (gelap) - 100 (terang) yang dapat menunjukkan tingkat kecerahan (HunterLab, 2016). Berdasarkan pada Tabel 9 Nilai kecerahan (L*) nasi putih beku dengan perlakuan lama pembekuan memiliki rerata 73,74 – 78,02. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kecerahan (L*) nasi putih beku mengalami peningkatan akibat lama pembekuan yang berbeda, nilai kecerahan (L*) nasi putih beku dapat dipengaruhi oleh perubahan komposisi nutrisi produk dan pembentukan kristal es akibat proses pembekuan. Menurut penelitian Le dan Jittanit, (2015) lama pembekuan



dan suhu pembekuan dapat membekukan air pada struktur koloid pati sehingga kristal es berukuran kecil yang terbentuk jumlahnya semakin tinggi. Daya serap air yang tinggi akan berpengaruh terhadap konsentrasi pigmen dan kadar tanin yang menurun, sehingga nilai kecerahannya meningkat. Lebih lanjut penelitian Beckett, (2012); Ramdayani (2021) Semakin tinggi nilai kecerahan (L^*) menunjukkan bahwa warnanya semakin cerah. Peningkatan kecerahan nasi putih dapat diakibatkan oleh degradasi struktur sel akibat pembentukan kristal es. Perbedaan nilai kecerahan (L^*) akibat lama pembekuan yang berbeda dapat dipengaruhi oleh degradasi struktur sel yang mengakibatkan keluarnya cairan serta padatan seperti protein, pigmen dan tanin pada saat dibekukan.

Nilai kemerahan (a^*) merupakan skala warna yang dapat menunjukkan warna kehijauan-kemerahan, dimana apabila nilai ($-a^*$) negatif menunjukkan warna kehijauan sedangkan jika nilai ($+a^*$) positif menunjukkan warna kemerahan (HunterLab, 2016). Berdasarkan Tabel 9, nilai kehijauan (a^*) nasi putih beku dengan perlakuan lama pembekuan memiliki rerata -2,28 sampai -0,78. Semakin lama pembekuan diperoleh nilai kemerahan (a^*) yang cenderung semakin tinggi, dimana berdasarkan hasil analisa warna menggunakan colorimeter diperoleh nilai kemerahan/kehijauan (a^*) yang bernilai negatif pada keseluruhan sampel. Dengan demikian, semakin lama pembekuan menunjukkan warna sampel semakin berwarna kemerahan. Menurut Layuk *et al.* (2021) proses pembekuan lambat dapat membuat struktur bahan menjadi lebih berpori, dimana semakin rendah suhu pembekuan dan semakin lama pembekuan dapat membentuk porositas yang lebih tinggi sehingga daya serap air juga semakin tinggi. Sasmitaloka *et al.* (2020), tingginya daya serap air pada nasi sorgum instan menyebabkan semakin tinggi kadar air nasi sorgum instan setelah direhidrasi. Hal ini menyebabkan konsentrasi warna pada nasi sorgum semakin meningkat salah satunya adalah warna merah yang dihasilkan dari pigmen antosianin dan tanin.

Nilai kekuningan/kebiruan (b^*) merupakan skala warna yang dapat menunjukkan warna biru kuning, dimana apabila nilai ($-b^*$) negatif menunjukkan warna biru sedangkan jika nilai ($+b^*$) positif menunjukkan warna kuning (HunterLab, 2016). Berdasarkan Tabel 9, nilai kekuningan/kebiruan (b^*) nasi putih beku dengan perlakuan lama pembekuan memiliki rerata kisaran 5,85 – 2,97 dengan skala nilai ($+b^*$) positif. Lama pembekuan menurunkan warna kekuningan/kebiruan (b^*) nasi putih beku. Hal ini dapat disebabkan karena kondisi proses pemasakan yang sama untuk semua sampel nasi putih beku. Warna kuning pada sampel dapat dipengaruhi oleh reaksi maillard antara gula reduksi dengan asam amino pada saat pengukusan (Edelstein, 2018; Ramdayani 2021). Sedikit perbedaan nilai kekuningan pada sampel nasi putih dapat disebabkan karena proses rehidrasi yang dapat menurunkan konsentrasi pigmen melanoidin. Adanya rehidrasi juga dapat menghasilkan sampel dengan warna kuning yang lebih terang karena sifat pigmen melanoidin yang larut air (Murata, 2020).



KESIMPULAN

Lama pembekuan berpengaruh signifikan terhadap kualitas organoleptik dan sifat fisikokimia nasi beku. Pembekuan selama 24 jam menghasilkan nasi beku dengan kualitas organoleptik terbaik, ditandai dengan nilai parameter yang tertinggi tekstur 4,13 (hedonik) 4,23 (deskriptif), aroma 4,23 (hedonik dan deskriptif), rasa 4,17 (hedonik) 4,27 (deskriptif), dan warna 4,03 (hedonik). Namun, semakin lama waktu pembekuan, kualitas organoleptik cenderung menurun, hal ini dapat dilihat dari nilai setiap parameter yaitu tekstur 4,13 – 3,13 (hedonik) 4,23 – 3,13 (deskriptif), aroma 4,23 – 3,47 (hedonik) 4,23 – 3,53 (deskriptif), rasa 4,17 – 3,47 (hedonik) 4,27 – 3,20 (deskriptif), dan warna 4,03 – 3,23 (hedonik). Di sisi lain, proses pembekuan selama 96 jam dapat meningkatkan kadar pati resisten pada nasi putih beku dari 1,16% (A0) menjadi 1,70% (A2), serta mempengaruhi sifat fisikokimia lainnya seperti kadar air dari 56,9% - 51,5%, kadar abu dari 0,40% - 0,37%, dan hasil uji warna nasi kecerahan (L) mengalami peningkatan dari 73,74 – 78,02. Oleh karena itu, penelitian ini menyimpulkan bahwa pembekuan yang lebih lama dari 48 jam (2 hari) dapat menurunkan kualitas nasi beku, sehingga dapat menjadi dasar pengembangan produk nasi beku dengan kualitas optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainslie G, D'Astous A. 2020. Fast Food Consumption Among University Students: A Behavioral Analysis. BMC Public Health.
- Amiarsi D, Mulyawanti I. 2013. Pengaruh Metode Pembekuan terhadap Karakteristik Irisan Buah Mangga Beku Selama Penyimpanan (effect of freezing method on characteristic of fruit slice of mango during storage). J. Hort. 23(3): 255-262.
- Alfariqi A, Purdiyanto J. 2023. Tingkat kesukaan konsumen terhadap nugget ayam yang disimpan pada suhu dingin dengan lama penyimpanan yang berbeda. Maduranch: Jurnal Ilmu Peternakan, 8(1), 13-18.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia Beras (SNI 6128 : 2020). <https://repository.pertanian.go.id/items/45b2280c-9d5e-4a58-8aa7-0da9f424a318/full>
- Baihaqi B, Hakim S, Nuraida N, Fridayati D, Madani E. 2023. Sifat Organoleptik Teh Cascara (Limbah Kulit Buah Kopi) pada Pengeringan Berbeda. Jurnal Agrosains. 16(1): 56-63.
- Bait Y, Liputo S A, Palangi R W, Patalangi W, Kusuma A M. 2023. Pengaruh Lama Penyimpanan Beku Lambat pada Sifat Fisik dan Mutu dari Irisan Melon Beku. Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian. 7(2): 232-247.
- Banurea I R, Sasmitaloka K S, Sukasih E, Widowati S. 2020. Karakterisasi Nasi Instan yang Diproduksi dengan Metode Freeze Drying. Indonesian Journal of Industrial Research. 37(2): 133-143.
- Beckett S T. 2012. Physico-Chemical Aspects of Food Processing. New York: Springer Science & Business Media.



- Birt D F, Boylston T, Hendrich S, Jane J L, Hollis J, Li L, John M C, Samuel M, Gregory P, Matthew R, Kevin S, Paul S M, Whitley E M. 2013. Resistant starch: promise for improving human health. *Advances in nutrition*. 4(6): 587-601.
- Bojarczuk A, Skapska S, Khaneghah A M, Marszałek K. 2022. Health benefits of resistant starch: A review of the literature. *Journal Of Functional Foods*, 93, 105094.
- Brahmana G. 2022. <https://perangcampur.blogspot.com/2022/06/gambar-nasi-putih-di-piring-gambar.html>
- Broto W, Sukarti T, Purmono D, Sukasih F. 2013. Pengaruh Penyimpanan Dingin terhadap Karakteristik Fisikokimia Nasi Teretrogradasi untuk Konsumsi Penderita Diabetes Melitus (DM) dan Pelaku Diet. *J. Pascapnen*. 10(1): 1-8.
- Enandini R. 2024. Cara aman menyimpan nasi dalam freezer. *Radio Republik Indonesia*. <https://rri.co.id/kesehatan/899049/cara-aman-menyimpan-nasi-dalam-freezer>
- Faradillah R H F. 2021. Analisis Pangan, Analisis Kadar Air, Karbohidrat, Protein, Lemak, Vitamin, dan Abu. Jawa Timur. CV Gapura Pustaka.
- Fajriana H, Syafii F, Salim A. 2023. Pengembangan Produk Olahan Tinggi Serat Tersubstitusi Tepung Pisang di Kabupaten Mamuju. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(3), 6678-6685.
- Giyatni G, Anggraini D D. 2017. Pengaruh Jenis Nasi terhadap Nilai Gizi dan Mutu Kimiawi Nasi dalam Kemasan Selama Penyimpanan sebagai Alternatif Pangan Darurat. *Jurnal Konversi*. 6(1): 31-42.
- Gofi S M, Salvadori V O. 2017. Color measurement: comparison of colorimeter vs. computer vision system. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11, 538-547.
- Hasjim J, Ai Y, Jane J. 2013. Aplikasi Baru Kompleks Amilosa-Lipid sebagai Pati Resistan Tipe 5. Dalam *Pati Resistan* (hlm. 79-94).
- Hernawan E, Meylani V. 2016. Analisis Karakteristik Fisikokimia Beras Putih, Beras Merah, dan Beras Hitam (*Oryza sativa* L., *Oryza nivara* dan *Oryza sativa* L. indica). *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada: Jurnal Ilmu-Ilmu Keperawatan, Analis Kesehatan Dan Farmasi*. 15(1): 79-91.
- Hunterlab. 2016. Measuring Color Using Hunter L, a, B Versus Cie 1976 L*a*B*. <https://support.hunterlab.com/hc/en-us/articles/204137825-Measuring-Color-using-Hunter-L-a-b-versus-CIE-1976-L-a-b-AN-1005b.24> pada tanggal 24 Juli.2021
- Imasakin U, Jannah S D R, Agustina R, Hartuti S, Mechram S. 2023. Analisis Organoleptik Manisan Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 8(3).
- Kim S K, Kwak J E, Kim W K. 2003. A Simple Method for Estimation of Enzyme-Resistant Starch Content. *Starch/Staerke* 55(8): 366-368.
- Kresnasari D. 2021. Pengaruh Pengawetan dengan Metode Penggaraman dan Pembekuan terhadap Kualitas Ikan Bandeng (*Chanos chanos*). *Scientific Timeline*. 1(1): 1-8.
- Lamusu D. 2018. Uji Organoleptik Jalangkote Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L) Sebagai Upaya Diversifikasi Pangan. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 3(1), 9-15.



- Layuk P, Salamba H, Lintang M, Karouw S, Abdullah N. 2021. Characteristics of Instant Rice in Several Corn Varieties. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021. IOP Publishing, 1-10.
- Le T Q, Jittanit W J J O S P R. 2015. Optimization of Operating Process Parameters for Instant Brown Rice Production with Microwave-Followed by Convective Hot Air Drying. 61(1-8).
- Lestari R, Prasetyo T, Nugraha A. 2020. Kualitas Tekstur Nasi Beku pada Berbagai Lama Penyimpanan. Jurnal Ilmu Pangan Indonesia. 15(2): 98-104.
- Maharani S. 2020. Stabilitas Antosianin Nasi Merah Instan Akibat Pengaruh Varietas Beras Merah (*Oryza Nivara*. L) dan Teknik Pemasakan Menggunakan Metode Pengeringan Beku (Freeze Drying). Pasundan Food Technology Journal (PFTJ). 7(3): 107-115.
- Mancini J G, Filion K B, Atallah R, Eisenberg M J. 2016. Systematic review of the Mediterranean diet for long-term weight loss. The American journal of medicine. 129(4): 407-415.
- Martinez C, Gómez M. 2018. Sensory Quality of Frozen Cooked Rice. International Journal of Food Science and Technology. 53(5): 1093-1100.
- Millenia A D. 2020. Karakteristik Mutu Kimia, Mikrobiologis dan Organoleptik Nasi yang Diolah dengan Perbedaan Metode Pemasakan. Skripsi. Program Studi Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Jember.
- Mufida R. 2022. Konsumsi Makanan Cepat Saji dan Dampaknya pada Kesehatan Remaja di Indonesia. Jurnal Gizi Indonesia. 10(2): 45-54.
- Mulyawanti I, Dewandari K T. 2008. Pengaruh waktu pembekuan dan penyimpanan terhadap karakteristik irisan buah Mangga Arumanis beku. Indonesian Journal of Agricultural Postharvest Research. 5(1): 51-58.
- Murata M. 2020. Browning and Pigmentation in Food through the Maillard Reaction. Glycoconjugate Journal. 38(3): 1-10.
- Novianti M, Tiwow V M, Mustapa K. 2017. Analisis Kadar Glukosa pada Nasi Putih dan Nasi Jagung dengan Menggunakan Metode Spektrometri. Jurnal Akademika Kimia. 6(2): 107-112.
- Ordonio R L, dan Matsuoka M. 2016. Increasing resistant starch content in rice for better consumer health. Proceedings of the National Academy of Sciences. 113(45): 12616-12618.
- Pangastuti H A, dan Permana L. 2021. Pengukuran pati resisten tipe 5 secara in vitro pada nasi uduk. Jurnal Pengolahan Pangan. 6(2): 42-48
- Purbowati P, Anugrah R M. 2020. Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan terhadap Kadar Glukosa pada Nasi Putih. Nutri-Sains: Jurnal Gizi, Pangan dan Aplikasinya. 4(1): 15-24.
- Putra M R. 2022. Kualitas Donat dengan Penambahan Nasi Putih sebagai Bahan Pelembut: Donuts quality with the addition of white rice as softener. Jurnal Ilmiah Pariwisata dan Bisnis. 1(7): 1901-1910.
- Putri R M S, Mardesci H. 2018. Uji Hedonik Biskuit Cangkang Kerang Simping (*Placuna placenta*) dari perairan Indragiri Hilir. Jurnal Teknologi Pertanian. 7(2): 19-29.



- Qiao K, Peng B. 2024. Freezing rate's impact on starch retrogradation, ice recrystallization, and quality of water-added and water-free quick-frozen rice noodles. *International Journal of Biological Macromolecules*. 276: 134047.
- Ramdayani H, Murtini E S. 2022. Pengaruh Suhu dan Lama Pembekuan terhadap Kualitas Nasi Sorgum Instan. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 23(1): 61-72.
- Ramdayani H. 2022. Pengaruh Suhu dan Lama Pembekuan terhadap Kualitas Nasi Sorgum Instan. Universitas Brawijaya Malang
- Rembang J H, Rauf A W, Sondakh J O. 2018. Morphological Character of Local Irrigated Rice on Farmer Field in North Sulawesi. *Buletin Plasma Nutfah*. 24(1): 1-8.
- Rianti A T, Bafadal A, Abdi A. 2023. The Forecasting Analysis of Rice Production and Sufficiency Consumption of Rice (*Oriza sativa*) in Konawe District. *Jurnal Ilmiah Membangun Desa dan Pertanian*. 8(3): 96-101.
- Rosenheck R. 2008. Fast Food Consumption And Increased Caloric Intake: A Systematic Review Of A Trajectory Towards Weight Gain And Obesity Risk. *Obesity reviews*. 9(6): 535-547.
- Rozali Z F, Purwani E Y, Iskandriati D, Palupi S N, Suhartono M T. 2018. Potensi Pati Resisten Beras sebagai Bahan Pangan Fungsional. *Jurnal Pangan*. 27(3): 215-224.
- Sari A R, Martono Y, Rondonuwu F S. 2020. Identifikasi Kualitas Beras Putih (*Oryza sativa* L.) Berdasarkan Kandungan Amilosa dan Amilopektin di Pasar Tradisional dan "Selepan" Kota Salatiga. *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*. 12(1): 24-30.
- Sasmitaloka K S, Banurea I R. 2020. Evaluasi Mutu Nasi Instan Skala Produksi 5 kg. *Jurnal Pangan*. 29(2): 87-104.
- Sasmitaloka K S, Widowati S, Sukasih E. 2019. Effect of freezing temperature and duration on physicochemical characteristics of instant rice. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 309(1).
- Selvianti I, Nopriyanti M, Azhari A. 2022. Karakteristik Kimia dan Uji Organoleptik Beras (Studi Kasus Di Kecamatan Benua Kayong Kabupaten Ketapang). *Jurnal Teknologi Pangan dan Industri Perkebunan (LIPIDA)*. 2(1): 1-9.
- Snizhko D V, Sushko O A, Reshetnyak E A, Shtofel D H, Zyska T, Mussabekov N, Kalizhanova A. 2017. Colorimeter based on color sensor.
- Sobari E, Tim Agrotekuin13. 2019. Dasar-dasar Proses Pengolahan Bahan Pangan. Subang Jawa Barat: POLSUB PRESS.
- Sonia S, Witjaksono F, Ridwan R. 2015. Effect Of Cooling Of Cooked White Rice On Resistant Starch Content And Glycemic Response. *Asia Pacific journal of clinical nutrition*. 24(4): 620-625.
- Suharti T, Kurniawan D. 2021. Perkembangan Produk Nasi Beku di Indonesia. *Jurnal Teknologi Pangan*. 12(1): 34-45.
- Sukasih E, Sasmitaloka K S, Widowati S. 2020. Karakteristik Fisikokimia Dan Organoleptik Kacang Hijau Instan Dengan Teknologi Pembekuan. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. 17(1): 37-47.



- Syahbanu F, Napitupulu F I, Septiana S, Aliyah N F. 2023. Struktur Pati Beras (*Oryza sativa* L.) dan Mekanisme Perubahannya pada Fenomena Gelatinisasi dan Retrogradasi. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 17(4): 755-767.
- Tatontos S J, Harikedua S D, Mongi E L, Wonggo D, Montolalu L A, Makapedua D M, Dotulong V. 2019. Efek Pembekuan-Pelelehan Berulang terhadap Mutu Sensori Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis* L). *Media Teknologi Hasil Perikanan*. 7(2): 32-35.
- USDA FoodData Central. 2022. Rice, white, long-grain, regular, cooked. <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/2512381/nutrients>
- Vernaza M G, Chang Y K. 2017. Survival Of Resistant Starch During The Processing Of Atmospheric And Vacuum Fried Instant Noodles. *Food Science and Technology*, 37(3): 425-431.
- Wardhani A W K, Muhandri T, Faridah D N, Andarwulan N. 2024. Karakteristik Fisik, Kimia, Fungsional, dan Sensori Nasi Gurih Instan Dibandingkan dengan Nasi Putih Instan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 35(1): 92-105.
- Widowati S, Nurjanah R, Amrinola W. 2010. Proses Pembuatan Dan Karakterisasi Nasi Sorgum Instan. *Prosiding Pekan Sereal Nasional*. 35-48.
- Yu S, Ma Y, Sun D W. 2010. Effects Of Freezing Rates On Starch Retrogradation And Textural Properties Of Cooked Rice During Storage. *LWT-Food Science and Technology*. 43(7): 1138-1143.