

Review: Potensi Nitrogen Cair dalam Mempertahankan Kualitas Vitamin C dan Kadar Air pada Buah Beku

Review: Potential of Liquid Nitrogen in Maintaining Vitamin C Quality and Water Content of Frozen Fruit

Tiara Sri Yulviani, Effan Cahyati Junaedi, Novriyanti Lubis*

Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Garut, Jawa Barat, Indonesia

*Email Korespondensi: novriantilubis@uniga.ac.id

Abstrak

Buah-buahan mudah mengalami penurunan mutu fisik dan kimia setelah pasca panen. Pembekuan merupakan metode yang telah banyak diterapkan dalam menjaga kualitas buah-buahan selama penyimpanan. Nitrogen cair digunakan untuk mempercepat laju pembekuan buah dan diharapkan dapat mempertahankan mutu dan umur simpan dari buah selama penyimpanan beku. Tujuan dari *review* artikel ini yaitu membahas mengenai pengaruh pembekuan menggunakan nitrogen cair terhadap kualitas mutu kadar air dan kadar vitamin C pada beberapa buah (mangga, *strawberry*, *ghooseberry*). Metode yang digunakan pada *review* artikel ialah studi pustaka. Penelusuran pustaka dilakukan melalui mesin pencarian *Google Scholar* dan *Science Direct*. Hasil *review* menunjukkan bahwa penggunaan nitrogen cair dalam pembekuan buah-buahan tetap berpotensi karena tidak merusak vitamin C pada buah mangga dan *ghosseberry*, namun dengan seiring lamanya pencelupan dan penyimpanan maka semakin banyak vitamin C yang terdegradasi seperti yang terjadi pada buah *strawberry*, sedangkan penggunaan nitrogen cair terhadap kadar air pada kedua penyimpanan (*freezer* dan nitrogen cair) tidak memberikan pengaruh yang bermakna.

Kata Kunci: Buah, Kadar Air, Vitamin C, Nitrogen Cair, Pembekuan

Abstract

Fruits are easy to experience physical and chemical quality degradation after post-harvest. Freezing is a method that has been widely applied in maintaining the quality of fruit during storage. Liquid nitrogen is used to accelerate the rate of fruit freezing and is expected to maintain the quality and shelf life of the fruit during frozen storage. The purpose of this article review was to discuss the effect of

freezing using liquid nitrogen on the quality of water and vitamin C content in fruits (mango, strawberry, gooseberry). The method used in this article review was literature study. The library search was carried out through Google Scholar and Science Direct search engines. The result of the review showed that the use of liquid nitrogen in fruit freezing had potential because it did not damage vitamin C in mango and gooseberry, but with the length of immersion and storage, more vitamin C was degraded as happened in strawberries, meanwhile the use of liquid nitrogen affected the moisture content of both storages (freezer and liquid nitrogen) did not have significant effect.

Keywords: Fruits, Freezing, Liquid Nitrogen, Vitamin C, Water Content

Submitted: 02 December 2021

Revision: 12 September 2022

Accepted: 14 October 2022

DOI: <https://doi.org/10.25026/jsk.v4i5.1052>

1 Pendahuluan

Indonesia merupakan negara beriklim tropis keragaman flora di Indonesia sangat berlimpah, terutama pada varietas buah-buahan. Iklim yang dimiliki Indonesia mendukung buah-buahan seperti, jeruk, mangga, *strawberry*, *blueberry*, pepaya dan sebagainya dapat tumbuh dengan subur. Buah-buahan mudah mengalami kerusakan mutu dan relatif memiliki umur simpan yang pendek [1]. Beberapa buah-buahan hanya dapat dipanen pada masa tertentu sehingga ketersediannya menjadi terbatas. Berbagai teknik untuk memperpanjang umur simpan buah bermanfaat dalam menjaga ketersediaan beragam jenis buah meski tidak dalam musim panen [2]. Pembekuan merupakan salah satu metode yang digunakan untuk memperpanjang umur simpan pangan. Pembekuan bermanfaat untuk menjaga kualitas pangan karena terdapat beberapa pangan mudah mengalami kerusakan salah satunya buah-buahan [3]. Metode pembekuan paling banyak disukai oleh konsumen karena dapat mempertahankan parameter kualitas seperti kesegaran dan sensoriknya selama penyimpanan beku, metode pembekuan ini juga telah banyak diterapkan pada beberapa industri pangan. Dengan metode pembekuan, risiko penggunaan bahan pengawet pada beberapa pangan dapat diturunkan [4]. Metode pengawetan dengan cara pembekuan terbagi menjadi 2 tipe yaitu pembekuan lambat dan pembekuan cepat. Pembekuan lambat

menghasilkan kristal es yang cukup tinggi sehingga dapat mempengaruhi tekstur, selain itu tingginya kristal es yang terbentuk pada pembekuan lambat, dapat mengakibatkan kerusakan susunan jaringan pada produk pangan [5]. Teknik pembekuan cepat salah satunya dapat dilakukan dengan nitrogen cair. Nitrogen cair merupakan cairan tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau memiliki suhu yang sangat rendah, titik didih dari nitrogen cair sendiri mencapai $-195,8^{\circ}\text{C}$ yang artinya laju pembekuan produk pangan berlangsung sangat cepat [6].

Teknik pembekuan dapat menghambat reaksi kimia dalam bahan pangan, salah satunya reaksi *browning* yang sering terjadi pada produk buah-buahan. Terbentuknya es membuat ketersediaan air bebas dalam pangan menurun, air yang dibutuhkan untuk mikroba berkembang dan aktivitas enzimatis ikut terhambat. Kristal es yang terbentuk selama pembekuan cepat lebih sedikit dan halus sehingga mengurangi kerusakan jaringan pada produk pangan saat proses *thawing*, kehilangan nutrisi dalam pangan akibat kerusakan jaringan dapat diminimalkan [7], [8]. Nutrisi merupakan komponen senyawa yang terkandung dalam makanan. Kebutuhan nutrisi sangat penting bagi tubuh salah satunya diperlukan dalam menunjang proses metabolisme, mulai saat absorpsi makanan di usus halus, pertumbuhan dan perkembangan sel, pemeliharaan jaringan tubuh, proses biologis, penyembuhan dari

penyakit, dan daya tahan [9]. Buah-buahan kaya akan sumber vitamin (A, B6, C, thiamin, niacin), mineral, dan serat [10]. Vitamin C merupakan antioksidan sekaligus parameter penting dalam kualitas mutu buah, sifatnya yang *sensitive* membuat vitamin C mudah mengalami kerusakan. Umumnya penurunan vitamin C terjadi akibat adanya jaringan yang rusak yang memicu terjadinya reaksi oksidasi, semakin tinggi suhu penyimpanan maka semakin besar resiko kerusakan produk pangan [11]. Pembekuan dengan nitrogen cair merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk memperpanjang umur simpan buah. Dengan laju pembekuan nitrogen cair yang cepat kerusakan fisik, reaksi kimia dan enzimatis yang dapat merusak kualitas nutrisi buah lebih cepat terhambat [12], sehingga dapat memperkecil resiko penurunan kualitas nutrisi pada produk buah-buahan. Manfaat pembuatan *review* artikel ini adalah memberikan informasi mengenai potensi nitrogen cair dalam mempertahankan kualitas nutrisi buah beku khususnya dari segi *mikronutien* berupa kandungan vitamin C, parameter lain seperti kadar air juga akan dibahas pada artikel ini. *Review* ini diharapkan dapat memberikan wawasan untuk meningkatkan metode pengawetan yang lebih baik guna mempertahankan kualitas nutrisi produk pangan. Hal tersebut diharapkan dapat

mengurangi penggunaan bahan pengawet pada beberapa produk pangan.

2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penulisan *review article* adalah studi pustaka menggunakan artikel penelitian 10 tahun terakhir. Dilakukan penelusuran data secara *online* dari berbagai mesin pencarian artikel seperti PubMed, *science direct*, google scholar dan beberapa website jurnal dengan menggunakan kata kunci: “pembekuan kriogenik”, “nitrogen cair”, “pembekuan cepat nitrogen cair”, “pencelupan nitrogen cair”, “vitamin C”, dan “kadar air” “*quick freezing*”, “*liquid nitrogen freezing fruit*”, “*liquid nitrogen preservation*”, “*liquid nitrogen freezing food*”, “*vitamin C*”, “*water content*”. Setelah penelusuran pustaka, dilakukan pengumpulan data dan penelaahan data, lalu dilakukan pembahasan dengan memperoleh data dari jurnal pendukung.

3 Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengumpulan data terbitan dari beberapa Jurnal Nasional dan Internasional secara online melalui melalui mesin pencarian artikel. Kemudian dilakukan penelaahan data dan disajikan dalam bentuk tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Pengaruh Pendinginan dengan Nitrogen Cair Terhadap Vitamin C

No	Buah	Lama Penyimpanan	Perlakuan	Kadar Vitamin C (mg/100 g)	Referensi
1	Strawberry (<i>Fragaria</i> L.)	1 Bulan	Freezer suhu (-20 °C s/d -16 °C)	82,47	[13]
			Nitrogen Cair : 30 detik + Freezer	74,74	
			Nitrogen Cair : 35 detik + Freezer	63,91	
			Nitrogen Cair : 40 detik + Freezer	69,95	
			Nitrogen Cair : 45 detik + Freezer	64,86	
			Nitrogen Cair : 50 detik + Freezer	55,46	
2	Strawberry (<i>Fragaria</i> L.)	2 Bulan	Freezer suhu (-20 °C s/d -16 °C)	37,93	[13]
			Nitrogen Cair : 30 detik + Freezer	22,06	
			Nitrogen Cair : 35 detik + Freezer	18,39	
			Nitrogen Cair : 40 detik + Freezer	27,57	
			Nitrogen Cair : 45 detik + Freezer	28,54	
			Nitrogen Cair : 50 detik + Freezer	19,29	
3	Gooseberry (<i>Physalis peruviana</i>)	11 Jam	Freezer suhu (-18 °C)	39,96	[14]
4	Mangga (<i>Mangifera indica</i> L.)	0 Bulan	Nitrogen Cair : 10 detik	38,48	[15]
			Freezer suhu (-30 °C)	58,59	
		3 Bulan	Nitrogen Cair : 40 detik + Freezer	57,27	
			Freezer suhu (-30 °C)	33,63	
		6 Bulan	Nitrogen Cair : 40 detik + Freezer	34,04	
			Freezer suhu (-30 °C)	36,03	
			Nitrogen Cair : 40 detik + Freezer	37,67	

Tabel 2. Pengaruh Pendinginan dengan Nitrogen Cair Terhadap Kadar Air

No	Buah	Lama Penyimpanan	Perlakuan	Kadar Air (%)	Referensi
1	Strawberry (<i>Fragaria L.</i>)	1 Bulan	Freezer suhu ($-20^{\circ}\text{C s/d } -16^{\circ}\text{C}$)	91,12	[13]
			Nitrogen Cair : 30 detik + Freezer	91,94	
			Nitrogen Cair : 35 detik + Freezer	91,25	
			Nitrogen Cair : 40 detik + Freezer	90,94	
			Nitrogen Cair : 45 detik + Freezer	90,62	
2	Strawberry (<i>Fragaria L.</i>)	2 Bulan	Nitrogen Cair : 50 detik + Freezer	91,61	[13]
			Freezer suhu ($-20^{\circ}\text{C s/d } -16^{\circ}\text{C}$)	91,91	
			Nitrogen Cair : 30 detik + Freezer	91,79	
			Nitrogen Cair : 35 detik + Freezer	91,22	
			Nitrogen Cair : 40 detik + Freezer	91,46	
3	Gooseberry (<i>Physalis peruviana</i>)	11 Jam	Nitrogen Cair : 45 detik + Freezer	91,38	[14]
			Nitrogen Cair : 50 detik + Freezer	92,81	
			Freezer suhu (-18°C)	57,7	
4	Mangga (<i>M. Indica L. cv. 'KENT'</i>)	12 Jam	Nitrogen Cair : 10 detik	56,7	[16]
			Freezer suhu (-20°C)	81,8	
			Perendaman Nitrogen Cair + Freezer	81,8	

3.1 Vitamin C

Kandungan Vitamin C mengalami penurunan kadar seiring dengan lama penyimpanan buah, hal ini berlaku seperti yang terjadi pada buah mangga, *strawberry* dan *gooseberry*. Menurut [11] kadar vitamin C akan terus mengalami penurunan secara bertahap selama periode penyimpanan beku, salah satunya juga termasuk akibat *chilling injury* dan proses *thawing* yang dapat memicu terjadinya reaksi oksidasi dan kehilangan mutu buah [11].

Kadar vitamin C pada buah *gooseberry* baik yang disimpan di dalam *freezer* maupun dengan perlakuan pencelupan ke dalam nitrogen cair dengan periode penyimpanan 11 jam berkisar antara 39,96 – 38,48mg/100g, hasil ini menunjukkan bahwa kadar vitamin C *gooseberry* tidak mengalami perbedaan yang bermakna. Hal ini juga menunjukkan bahwa nitrogen cair ini tidak merusak vitamin C meskipun pada suhu yang sangat rendah ($-195,8^{\circ}\text{C}$) dan tetap berpotensi dalam menjaga nutrisi yang terkandung dalam buah. Sedangkan pada buah *strawberry* dengan periode penyimpanan 2 bulan terdapat perbedaan kadar yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa nitrogen cair dapat merusak vitamin C selama penyimpanan, semakin lama pencelupan maka semakin banyak juga vitamin C yang terdegradasi. Hal ini sejalan dengan [17] bahwa vitamin C sangat mudah terdegradasi baik itu oleh faktor suhu, udara maupun saat distribusi dan penyimpanan [17]. Penurunan kadar vitamin C ini juga dapat terjadi oleh beberapa faktor lain, salah satunya akibat adanya daging buah yang belum

terbekukan/pembekuan tidak merata sehingga terdapat perbedaan suhu pada daging buah yang dapat memicu reaksi oksidasi dan aktivitas enzimatis pada buah. Perbedaan lingkungan tumbuh, pemanenan, tingkat kematangan buah dan kurang efisiennya dalam pengoprasian alat dapat menjadi faktor yang menyebabkan penurunan kadar vitamin C [15].

Kadar vitamin C pada irisan buah mangga dengan periode penyimpanan 3 bulan mengalami penurunan kadar yang signifikan, hal ini sejalan dengan [20] bahwa kadar vitamin C akan terus berkurang seiring dengan lamanya penyimpanan. Hal ini terjadi akibat dari aktivitas enzim askorbat oksidase yang berperan dalam perombakan vitamin C. Adapun interaksi antara kedua perlakuan yaitu di *freezer* dan perlakuan nitrogen cair tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Perlakuan awal dengan perendaman ke dalam larutan CaCl_2 1.000 ppm selama 15 menit tidak berpengaruh nyata terhadap penurunan kadar vitamin C. Kalsium klorida (CaCl_2) memiliki kemampuan untuk menekan proses pematangan dan menstabilkan struktur jaringan pada buah, serta dapat memperpanjang masa simpan buah dengan menghambat produksi etilen. Untuk memberikan kadar vitamin C yang lebih baik dapat dilakukan penambahan konsentrasi CaCl_2 sebagai perlakuan awal sebelum pencelupan ke dalam nitrogen cair, hal ini dapat dikaitkan dengan penelitian [18] konsentrasi CaCl_2 6% merupakan konsentrasi optimum yang digunakan karena dapat menekan proses pematangan dan mempertahankan kualitas

mutu buah seperti tekstur, kandungan vitamin C, warna dan umur simpan buah [18].

Perlakuan awal kimiawi mampu meningkatkan kelembaban difusi, mengurangi waktu pengeringan total, dan meningkatkan pemeliharaan parameter kualitas buah. Hal ini sejalan dengan [19] pada buah *blueberry* bahwa sampel buah yang diberi perlakuan awal kimiawi dibandingkan dengan sampel yang tidak diberi perlakuan kimiawi memiliki retensi asam askorbat tertinggi, kapasitas rehidrasi, pemeliharaan tekstur terbaik, serta penyusutan paling sedikit [19]. Keuntungan yang dimiliki nitrogen cair dan *pretreatment* kimiawi yang baik dapat dijadikan peluang untuk mengoptimalkan kandungan nutrisi pada buah selama periode penyimpanan. Mengutip dari penelitian [14] perlakuan awal kimiawi dengan menggunakan minyak bunga matahari, minyak zaitun, etil oleat, telah dilakukan sebagai perlakuan kimiawi pada buah *ghooseberry* hasil yang terbaik didapat pada perlakuan minyak zaitun [14]. Dengan penggunaan nitrogen cair yang efisien, serta perlakuan awal kimiawi yang tepat diharapkan dapat memperpanjang umur simpan buah namun tetap menghasilkan kadar nutrisi yang optimum.

3.2 Kadar Air

Kadar air merupakan mediator pertumbuhan bagi mikroorganisme untuk berkembang, selama pembekuan sebagian besar air berubah menjadi es, mengurangi aktivitas mikroba dan enzimatis, oksidasi dan respirasi juga secara efektif terhambat oleh suhu rendah [16]. Kadar air yang terkandung pada buah *strawberry* dengan periode penyimpanan 2 bulan pada setiap perlakuan baik pada penyimpanan *freezer* maupun perlakuan nitrogen cair terjadi peningkatan dan penurunan kadar, namun selisih kadar nilai antar kedua perlakuan tidak memiliki perbedaan yang bermakna. Hal ini menunjukkan bahwa lama pencelupan ke dalam nitrogen cair dan periode penyimpanan buah tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air buah *strawberry*. Peningkatan kadar air bisa terjadi akibat adanya proses respirasi, hal ini didukung [20] bahwa peningkatan terjadi akibat adanya proses respirasi pada buah, proses respirasi akan memicu pengaktifan reaksi enzimatis pada sel, reaksi enzimatis ini dapat meningkatkan hidrolisis zat-zat dalam sel.

Proses hidrolisis menghasilkan CO_2 dan H_2O sehingga dapat meningkatkan kandungan air. Kadar air pada buah mangga pada kedua perlakuan dengan periode penyimpanan 12 jam memiliki nilai kadar yang setara sedangkan pada buah *ghooseberry* terjadi sedikit penurunan. Penurunan ini terjadi akibat dari proses penguapan melalui jaringan buah, proses transpirasi dan respirasi juga ikut berperan dalam selama menurunkan kadar air [20]. Perlakuan pendinginan nitrogen cair maupun dengan penyimpanan dalam *freezer* hasil kadar air yang didapat tidak berbeda jauh, hal tersebut menunjukkan bahwa lama pencelupan pada nitrogen cair dan lama penyimpanan tanpa perlakuan nitrogen cair, maupun interaksi antar keduanya tidak memberikan pengaruh terhadap kadar air buah

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil *study literature* pada beberapa jurnal penelitian dengan tinjauan kualitas mutu kadar vitamin C dan kadar air pada buah mangga, *strawberry* dan *ghooseberry* dapat disimpulkan bahwa penggunaan nitrogen cair pada penyimpanan dan waktu kontak yang singkat tidak merusak vitamin C dan tetap berpotensi dalam menjaga kadar vitamin C, akan tetapi pada buah *strawberry* dengan bertambahnya waktu penyimpanan dan waktu kontak menyebabkan banyak vitamin C rusak. Adapun penggunaan nitrogen cair tidak memberikan pengaruh terhadap kadar air buah.

5 Konflik Kepentingan

Tidak ada konflik kepentingan.

6 Daftar Pustaka

- [1] Pardede, E. (2014). Tinjauan Komposisi Kimia Buah dan Sayur: Peranan Sebagai Nutrisi dan Kaitannya dengan Teknologi Pengawetan dan Pengolahan. *Journal VISI*, 21(3), 10–16.
- [2] Aziz, R., & .K. (2015). Uji Performansi Kontrol Suhu dan Kelembaban Menggunakan Variasi Kontrol Digital dan Kontrol Scheduling untuk Pengawetan Buah dan Sayuran. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 4(2), 215.
- [3] BPOM. (2016). *Pedoman Cara Pengolahan dan Penanganan Pangan Olahan Beku yang Baik*. 1–29.
- [4] Alhamdan, A., Hassan, B., Alkahtani, H., Abdelkarim, D., & Younis, M. (2018). Cryogenic Freezing Of Fresh Date Fruits For Quality

- Preservation During Frozen Storage. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(1), 9–16.
- [5] Cheng, L., Wu, W., An, K., Xu, Y., Yu, Y., Wen, J., Wu, J., Zou, Y., Liu, H., & Zhu, J. (2020). Keuntungan dari Pembekuan Cepat Nitrogen Cair Menggabungkan Pencairan Lambat Gradien untuk Mempertahankan Kualitas Blueberry.
 - [6] Susilowati, S. E. (2015). *Inert Gas System*. 1 (September).
 - [7] Purwanto, Y., & Effendi, R. (2016). Penggunaan Asam Askorbat dan Lidah Buaya untuk Menghambat Pencoklatan pada Buah Potong Apel Malang. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 4(2), 105705.
 - [8] Yuniastri, R., Ismawati, I., & Putri, R. D. (2018). Mikroorganisme Dalam Pangan. *Jurnal Pertanian Cemara*, 15(2), 15–20. <https://doi.org/10.24929/fp.v15i2.653>
 - [9] Soraya, D., Sukandar, D., & Sinaga, T. (2017). Hubungan Pengetahuan Gizi, Tingkat Kecukupan Zat Gizi, Dan Aktivitas Fisik Dengan Status Gizi Pada Guru SMP. *Jurnal Gizi Indonesia (The Indonesian Journal of Nutrition)*, 6(1), 29–36.
 - [10] Dwinanto, M.M. (2014). Rancang bangun Lemari Pendingin untuk Pengawetan Buah-Buahan Lokal. *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana (LJTMU)*, 1(2), 34–39.
 - [11] Widayani, R., & Suciati, T. (2008). *Prinsip Pengawetan Pangan* (2008 th ed.).
 - [12] Zhu, Z., Luo, W., & Sun, D. W. (2020). Effects of Liquid Nitrogen Quick Freezing On Polyphenol Oxidase and Peroxide Activities, Cell Water States and Epidermal Microstructure Of Wolfberry. *Lwt*, 120 (June 2019), 108923.
 - [13] Dahlan SA.Uji Karakteristik Fisik dan Kimia pada Buah Stroberi (*Fragaria* L) dengan Pembekuan Cepat Menggunakan Metode Pencelupan pada Nitrogen Cair. *J Bioproses Komod Trop*. 2014;2(2):131–9.
 - [14] Junqueira, J. R. de J., Corrêa, J. L. G., de Oliveira, H. M., Ivo Soares Avelar, R., & Salles Pio, L. A. (2017). Convective Drying of Cape Gooseberry Fruits: Effect of Pretreatments on Kinetics and Quality Parameters. *LWT - Food Science and Technology*, 82, 404–410.
 - [15] Dwi, Amiarsi dan I M. Pengaruh Metode Pembekuan Terhadap Karakteristik Irisan Buah Mangga Beku Selama Penyimpanan (Effect of Freezing Method On Characteristic of Fruit Slice of Mango During Storage). *JHort*. 2013;23 (3):255–62.
 - [16] Chassagne-Berces S, Fonseca F, Citeau M, Marin M. Freezing protocol effect on quality properties of fruit tissue according to the fruit, the variety and the stage of maturity. *LWT - Food Sci Technol* 2010;43(9):1441–9.
 - [17] Sutrisno, A. D. (2019). Identifikasi Kandungan (Antioksidan, Vitamin C Dan Serat Kasar) Pada Buah Lokal Dan Impor (Jeruk, Apel Dan Mangga). *Pasundan Food Technology Journal*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.23969/pftj.v6i1.1502>
 - [18] Andriani, L., Yahdi, Y., Krismayanti, L. (2016). Pengaruh Konsentrasi Kalsium Klorida (CaCl₂) Dan Lama Perendaman Terhadap Umur Simpan dan Pematangan Buah Mangga (*Mangifera indica* L) Cv. Manalagi. *Biota: Biologi dan Pendidikan Biologi*, 9(2), 226–240
 - [19] Zielinska, M., Sadowski, P., & Błaszczak, W. (2015). Freezing/thawing and microwave-assisted drying of blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *LWT - Food Science and Technology*, 62(1), 555–563.
 - [20] Asgar, A. (2017). Pengaruh Suhu Penyimpanan dan Jumlah Perforasi Kemasan Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Brokoli (*Brassica oleracea* var. *Royal G*) Fresh-Cut. *Jurnal Hortikultura*, 27 (1), 127.