

Original Research

Studi Literatur: Aplikasi dan Fungsi Porang (*Amorphophallus Oncophyllus*) dalam Frozen Yoghurt

Novia Fadhilah Zain^{1*}, Tjandra Pantjajani¹, Theresia DesyAskitosari¹

¹ Fakultas Teknobiologi, Universitas Surabaya, Surabaya-Indonesia

*corresponding author: noviafadhilahz@gmail.com

Abstract—Frozen yoghurt is a frozen desserts made with yoghurt and quite similar to ice cream but low in calorie, which contains milk, sweetener, stabilizers, emulsifier, and lactic acid bacteria (LAB) cultures through combination of process freezing and agitation. The optimal pH about 5.5 on LAB growth and the use of different strains of LAB culture or LAB mixed cultures that can maintain the viability of LAB during processing and freezing storage of frozen yoghurt. The use of LAB mixed cultures could improve viscosity and overrun of frozen yoghurt. The viability of the LAB cultures remained above minimal limit of 10^7 CFU/g in frozen yogurt due to the viability of LAB decrease significantly during processing and freezing storage, high viable survival rate during delivery through the gastrointestinal tract higher than 10^6 CFU/g. The issues that often arise relates to frozen yogurt processing are a grainy texture, faster melting rate and the low viscosity and overrun value. Addition of porang flour in frozen Yogurt as stabilizer and emulsifier that has an extremely high water-holding capacity, which is able to bind water 200 times its molecular weight due to its high solubility, porang glucomannan gel formed in freezing process which can improve the quality of organoleptic having the better consistency and texture of frozen yoghurt. The use of different concentration of porang flour which can have different result in the final gel formed, have complex effects on viscosity, overrun, melting rate, pH, titratable acidity (TA), total LAB and decrease the ability proteolysis of LAB in frozen yoghurt.

Keywords: frozen yoghurt, porang, viability

Abstrak—Frozen yoghurt merupakan jenis dari makanan penutup seperti es krim yang dibuat menggunakan yoghurt sebagai bahan utama yang terdiri dari susu, bahan pemanis, stabilisator, pengemulsi, dan kultur BAL melalui kombinasi proses pembekuan dan agitasi. pH optimal antara 5.5 mendukung pertumbuhan BAL dengan baik dan penggunaan kultur BAL strain yang berbeda maupun kultur BAL kombinasi dalam upaya mempertahankan viabilitas BAL selama proses pembuatan dan pembekuan frozen yoghurt. Penggunaan kultur BAL kombinasi juga meningkatkan viskositas dan overrun frozen yoghurt. Persyaratan jumlah BAL minimal 10^7 CFU/g dalam pembuatan frozen yoghurt karena adanya penurunan viabilitas BAL selama produksi berlangsung dan penyimpanan beku frozen yoghurt, serta syarat jumlah bakteri hidup yang sampai di saluran pencernaan harus lebih dari 10^6 CFU/g. Permasalahan yang sering timbul pada proses pembuatan frozen yoghurt adalah tekstur yang tidak lembut, viskositas yang rendah, kecepatan meleleh yang cepat, dan overrun rendah. Adanya penambahan tepung porang dalam frozen yoghurt sekaligus sebagai stabilisator dan pengemulsi yang mengikat molekul air dalam jumlah besar, yakni hingga 200 kali lipat berat molekulnya karena kelarutannya yang tinggi, sehingga membentuk gel porang glukomannan pada saat pembekuan yang dapat meningkatkan mutu organoleptik dengan memiliki tekstur yang lebih baik pada frozen yoghurt. Penggunaan konsentrasi tepung porang yang berbeda, pembentukan gel yang dihasilkan juga berbeda dan terdapat pengaruh terhadap viskositas, overrun, kecepatan meleleh, pH, asam tertitrisasi, total BAL dan menurunkan kemampuan proteolisis BAL pada frozen yoghurt.

Kata kunci: frozen yoghurt, porang, viabilitas

PENDAHULUAN

Kesadaran masyarakat Indonesia akan peran diet seimbang untuk menjaga kesehatan mendorong minat dengan mengkonsumsi makanan atau produk-produk yang tidak hanya mengandung nutrisi namun juga memiliki manfaat untuk kesehatan. Inovasi pangan fungsional yang mulai berkembang saat ini dengan meningkatkan manfaat es krim salah satunya adalah pembuatan es krim menggunakan yoghurt sebagai bahan utama yang disebut sebagai frozen yoghurt. Menurut *European Commission Concerted Action on Functional Food Science in Europe* (FUFOSE) mendefinisikan pangan dapat dikatakan memiliki sifat fungsional, apabila terbukti dapat memberikan manfaat bagi kesehatan tubuh selain manfaat gizi yang terkandung dalam produk pangan.

Yoghurt adalah produk olahan berbahan dasar susu yang mengandung banyak nutrisi, menyehatkan dan memiliki rasa yang enak serta digemari seluruh golongan masyarakat di berbagai negara. Susu memiliki kandungan nutrisi yang baik dengan penambahan BAL sebagai probiotik dan proses fermentasi dapat meningkatkan kandungan nutrisi susu dan memberikan

tambahan manfaat bagi organ pencernaan. Menurut Havenaar & Huisint (1992), probiotik merupakan satu jenis atau gabungan beberapa jenis bakteri yang memberikan manfaat kesehatan bagi manusia maupun hewan. Probiotik bermanfaat bagi inangnya dengan memberikan perlindungan terhadap patogen, dengan kompetisi untuk mendapat nutrisi dan berkolonisasi di kolon inang (Rao *et al.*, 2016); mengatasi kegemukan dan obesitas (Kobyliak *et al.*, 2016); serta menghasilkan senyawa metabolik yang menghambat pertumbuhan patogen (Ooi *et al.*, 2015).

Berdasarkan FAO/WHO (2003), *frozen yoghurt* merupakan makanan penutup beku alternatif yang lebih menyehatkan dibandingkan dengan es krim yang berasal dari susu difermentasi dengan menggunakan bakteri starter dan mengandung setidaknya 2.7% protein susu, lemak susu, serta memiliki keasaman titratable asam laktat 0,3%. Produk yoghurt yang telah ditambahkan stabilisator dan pengemulsi, kemudian melalui proses pembekuan menggunakan *ice cream maker*. Hartayanie & Adiseno (2006) menjelaskan bahwa stabilisator berfungsi untuk menghasilkan tekstur dan *body* yang lembut, mempertahankan *frozen yoghurt* agar tidak mudah meleleh, meningkatkan viskositas campuran serta menstabilkan campuran *frozen yoghurt*. Penambahan stabilisator alami berupa tepung porang (*Amorphophallus oncophyllus*) digunakan sebagai zat pengikat air dan *gelling agent* untuk mempertahankan kualitas dari *frozen yoghurt*. Menurut Winarno (1997), pati dalam tepung porang dapat bergelatinasi dari pati berperan dapat meningkatkan kualitas es krim yang dapat menggantikan stabilisator kimiawi komersial seperti *Carboxil Metil Celulose* (CMC). Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) merupakan jenis umbi-umbian yang banyak tumbuh tersebar di Asia sebagai bahan makanan yang dipercaya memiliki banyak manfaat kesehatan seperti menurunkan kebutuhan insulin pada penderita diabetes tipe II (Yoshida *et al.*, 2006), mengontrol kadar gula darah, meregulasi pemecahan lipid, meningkatkan eliminasi kolesterol yang mengandung asam-asam empedu (Shah, 2015), serta digunakan dalam diet dan memiliki efek imunomodulator (Behera *et al.*, 2016). Berdasarkan penelitian Harianto *et al.* (2013) bahwa pemanfaatan porang glukomannan mempengaruhi kualitas karakteristik fisik dan aktivitas bakteri asam laktat (BAL) yang terkandung dalam *frozen yoghurt*. Kendala yang menjadi prioritas dalam produk *frozen yoghurt* selain bahan baku, proses pengolahan maupun penyimpanan adalah pemilihan stabilisator yang efisien dan efektif yang berguna untuk mempertahankan *frozen yoghurt* agar tetap stabil (Arbuckle & Marshall, 2000). Tujuan dalam penelitian studi literatur ini adalah mengetahui faktor yang mempengaruhi pembuatan *frozen yoghurt*, mengidentifikasi pengaplikasian dan fungsi porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dalam *frozen yoghurt*, serta mengetahui pengaruh penggunaan porang terhadap karakteristik fisik, fisikokimia, dan total BAL *frozen yoghurt*.

METODE

Penelitian dengan judul “Studi Literatur: Aplikasi dan Fungsi Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dalam Frozen Yoghurt” ini termasuk jenis penelitian kualitatif dengan teknik analisis deskriptif dengan kajian kepustakaan (*library research*). Penelitian deskriptif merupakan penelitian menggunakan metode untuk mendeskripsikan dan menggambarkan semua data atau keadaan subjek/objek penelitian, kemudian dianalisis dan dibandingkan berdasarkan kenyataan yang sedang berlangsung pada saat ini dan selanjutnya mencoba untuk memberikan pemecahan masalahnya (Widi, 2018).

Studi literatur ini melalui penelusuran hasil publikasi ilmiah dengan rentang tahun 2000-2020 dengan menggunakan database *Science Direct*, *Research Gate*, *Emerald Insight*, dan *Google Scholar* berdasarkan teknik pencarian menggunakan *keyword*. Selain itu, penyusunan studi literatur ini menggunakan *checklist Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses* (PRISMA).

HASIL

Faktor yang Mempengaruhi Pembuatan *Frozen Yoghurt*.

Dalam pembuatan *frozen yoghurt*, Mohammadi *et al.* (2010) menyatakan bahwa pH dan asam tertitrasi secara signifikan mempengaruhi viabilitas bakteri asam laktat (BAL) dalam *frozen yoghurt*, serta merekomendasikan viabilitas kultur bakteri yang terdapat didalam *frozen yoghurt* minimal 10^6 CFU/g dengan nilai pH 5.5. Menurut Korbekandi *et al.* (2011) pH optimal untuk pertumbuhan *Lactobacillus acidophilus* adalah 5.5–6.0, sedangkan Bifidobacteria adalah 6,0-7,0. Umumnya, lactobacilli merupakan bakteri yang memiliki resistensi tinggi terhadap kondisi temperatur rendah dan lebih toleran terhadap kondisi asam dibandingkan dengan bifidobacteria dalam pembuatan *frozen yoghurt*. Resistensi asam dan pH dalam bakteri probiotik tergantung juga strainnya (Godward *et al.*, 2000; Tamime *et al.*, 2005). Toleransi bifidobacteria terhadap kondisi asam adalah strain spesifik (Korbekandi *et al.*, 2011).

Dalam penelitian Salem *et al.* (2005) penambahan susu fermentasi dengan berbagai campuran kultur BAL dapat menyebabkan sedikit peningkatan viskositas. Dari antara semua *frozen yoghurt* menggunakan bakteri *Lactobacillus reuteri* menunjukkan viskositas tertinggi sebanyak 122.55 cp, sedangkan *Lactobacillus acidophilus* menunjukkan nilai terendah sebanyak 111.42 cp. Nilai viskositas yang lebih tinggi pada *frozen yoghurt* dapat dikaitkan dengan presipitasi protein yang diakibatkan oleh keasaman yang lebih tinggi dan nilai pH yang lebih rendah. Dalam penelitian Salem *et al.* (2005) menambahkan juga bahwa titik beku menurun pada semua perlakuan *frozen yoghurt* dengan penambahan berbagai jenis kultur BAL dibandingkan kontrol (tanpa penambahan kultur bakteri). Nilai viskositas dan titik beku *frozen yoghurt* dengan perbedaan kultur BAL dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1

Nilai Viskositas dan Titik Beku Frozen Yoghurt dengan Perbedaan Kultur BAL

Perlakuan	Nilai viskositas (cp)	Titik beku
T1 (kontrol)	105.81	-2.14
T2 (<i>L. gasseri</i>)	118.94	-2.57
T3 (<i>L. rhamnosus</i>)	116.36	-2.51
T4 (<i>L. reuteri</i>)	122.55	-2.76
T5 (<i>L. acidophilus</i>)	111.42	-2.35
T6 (<i>B. bifidum</i>)	114.01	-2.45

Sumber: Salem *et al.*, 2005.

Menurut Arbuckle (1986) bahwa titik beku dipengaruhi oleh jumlah, jenis dan berat molekul zat terlarut dalam campuran *frozen yoghurt*. Bahan yang tingkat keasamannya tinggi ditambahkan ke dalam campuran *frozen yoghurt* akan mengubah kondisi kelarutan dan berat molekul beberapa komponen campuran seperti *milk salts* dan laktosa. Berdasarkan penelitian Hekmat & McMahon (1992); Modler *et al.* (1990); Magariños *et al.* (2007) bahwa *overrun* tidak menurunkan viabilitas *L. acidophilus* dan *B. lactis* lebih dari 10% setelah proses pembekuan

Pengaruh Porang terhadap Karakteristik Fisik *Frozen Yoghurt*

a. Viskositas

Viskositas *frozen yoghurt* tergantung pada komposisi dan penggunaan stabilisator yang bervariasi. Stabilisator meningkatkan viskositas *frozen yoghurt* dengan membatasi mobilitas molekul air dan meningkatkan stabilitas dari kecepatan meleleh suatu produk (Moeenfard & Tehrani, 2008; Milani & Koocheki, 2011; El-Nagar *et al.*, 2002). Menurut Hasanah (2018) terdapat hubungan viskositas pada *yoghurt* dengan aktivitas bakteri asam laktat (BAL).

Peningkatan aktivitas bakteri asam laktat (BAL) mempengaruhi viskositas *yogurt* karena BAL memecah karbohidrat menjadi monosakarida untuk membentuk asam laktat. BAL yang menghasilkan enzim laktase juga dapat mempengaruhi viskositas susu. Enzim laktase digunakan untuk menguraikan laktosa serta menghasilkan asam laktat yang menyebabkan ketidakstabilan protein susu sehingga menjadi salah satu penyebab terjadinya peningkatan viskositas (Susilorini & Sawitri, 2006). Berdasarkan penelitian Hasanah (2018) juga didapatkan hasil perlakuan perbedaan konsentrasi tepung porang (0,2 %; 0,4%; dan 0,6 %) dapat meningkatkan nilai viskositas dan hasil terbaik pada konsentrasi tepung porang 0,6 %. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa peningkatan nilai viskositas *yoghurt* maupun *frozen yoghurt* tidak hanya dipengaruhi oleh penggunaan stabilisator tepung porang, tetapi juga penggunaan BAL yang akan digunakan dalam *yoghurt* sebelum melalui proses *freezing* pembuatan *frozen yoghurt*.

Penelitian pembuatan *frozen yoghurt* menggunakan stabilisator tepung porang yang dilakukan oleh Harianto *et al.* (2013), adanya perlakuan perbedaan konsentrasi penggunaan tepung porang (0,1 %; 0,2 %; 0,3 %; dan 0,4 %) dapat meningkatkan nilai viskositas dan hasil terbaik penggunaan tepung porang dengan konsentrasi 0,2 % pada *frozen yoghurt*. Hal ini terjadi karena kandungan glukomannan pada tepung porang yang mampu menyerap air hingga 200 kali lipat bobot molekulnya sehingga akan menghasilkan larutan dengan viskositas yang tinggi (Harianto *et al.*, 2013). Menurut Katsuraya *et al.* (2003), kandungan glukomannan dalam tepung porang mempunyai BM yang tinggi (200-2000 kDa) dan memiliki viskositas yang besar jika dilarutkan dalam air.

Terdapat pengaruh penambahan stabilisator kombinasi antara tepung porang dengan stabilisator lainnya seperti karagenan terhadap nilai viskositas, dalam penelitian Akesowan (2008) menyatakan bahwa Kombinasi stabilisator tepung porang dan karagenan menurunkan nilai viskositas dibandingkan menggunakan tepung porang sebagai stabilisator tunggal. Penambahan stabilisator P2 (perbandingan 0.27% tepung porang dan 0.03% karagenan) menunjukkan nilai viskositas sebesar 2060 cP, sedangkan penambahan tepung porang 0.3% (tanpa penambahan karagenan) sebesar 4320 cP. Hal ini disebabkan oleh berat molekul tepung porang lebih tinggi dibandingkan karagenan dan nilai berat molekul dikaitkan dengan kemampuan *water holding*, sehingga penurunan konsentrasi penambahan tepung porang menyebabkan kemampuan mengikat air (*water holding*) menurun dan nilai viskositas yang dihasilkan juga menurun, penurunan nilai viskositas ini disebabkan karena penambahan karagenan yang menggantikan tepung porang pada konsentrasi yang sama tidak memberikan kemampuan *water holding* yang sebanding tepung porang. Oleh karena itu penggunaan stabilisator kombinasi dengan semakin menurunnya konsentrasi tepung porang dan semakin meningkatnya karagenan menghasilkan nilai viskositas yang semakin menurun.

Selain perbedaan penambahan tepung porang dalam *frozen yoghurt* mempengaruhi nilai viskositas, dalam penelitian Putri *et al.* (2014) menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara penambahan tepung porang yang ditambahkan dengan gula dan garam lebih meningkatkan nilai viskositas dibandingkan tanpa menambahkan gula dan garam. Menurut Susrini (2003) bahwa penambahan zat aditif berupa gula dan garam dalam pembuatan es krim dapat meningkatkan viskositas, memperbaiki tekstur yang lebih halus, dan menambahkan cita rasa. Nilai viskositas tertinggi pada penambahan tepung porang 0.3% yang ditambahkan gula dan garam sebesar sebesar 3208,67 cP.

Menurut Rahma (2011), tepung porang merupakan serat yang memiliki viskositas yang tinggi dan kekuatan pengental 10 kali lebih besar daripada *corn starch*. Berdasarkan penelitian Richana *et al.* (2004), bahwa tepung porang mampu menyerap air sebesar 4,13% dibandingkan tepung ganyong (3,33%), kelapa (2,51%), dan gembili (1,91%). Belizt & Grosch (1999) menyatakan bahwa viskositas dipengaruhi oleh konsentrasi dan berat molekul (BM) stabilisator. Semakin tinggi nilai BM dan konsentrasi stabilisator maka viskositas produk akan semakin meningkat.

b. Peningkatan Volume (*Overrun*)

Overrun merupakan salah satu hal yang terpenting dalam pembuatan *frozen yoghurt* (Marshall, 2003). Peningkatan volume yang disebabkan karena masuknya udara ke dalam campuran *frozen yoghurt* yang disebut dengan *Overrun*. Menurut Akbari (2019); Avarez (2009); dan Akin *et al.* (2007), *Overrun* dihitung dengan persamaan berikut: $Overrun\% = [(weight\ of\ unit\ volume\ of\ frozen\ yoghurt) - (weight\ of\ unit\ volume\ of\ yoghurt)] \times 100 \div (weight\ of\ unit\ volume\ of\ yoghurt)$.¹

Terdapat perbedaan nilai *overrun* pada setiap perlakuan penambahan konsentrasi tepung porang yang bervariasi, hal tersebut disebabkan oleh tiap perlakuan memiliki kemampuan yang berbeda dalam menangkap udara selama proses pembekuan. Menurut Istini & Zatrika (2007) bertambahnya volume *frozen yoghurt* disebabkan oleh terbentuknya gelembung udara dalam campuran. Berdasarkan penelitian Marshall & Arbuckle (2002) bahwa *overrun* terjadi melalui proses terperangkapnya udara pada adonan dalam pembuatan *frozen yoghurt* pada saat pemutaran dengan baling-baling menyebabkan udara dapat masuk pada adonan dan suhu yang rendah saat pengadukan menyebabkan pembekuan adonan sehingga udara yang terperangkap tersebut tidak dapat lepas.

Harianto *et al.* (2013) juga melaporkan bahwa terdapat penurunan nilai *overrun* ketika penambahan tepung porang dengan konsentrasi yang lebih tinggi. Awalnya mengalami kenaikan pada penambahan tepung porang dengan konsentrasi 0,1% dan 0,2%, selanjutnya terjadi penurunan ketika penambahan tepung porang 0,3% dan 0,4%. Harianto *et al.* (2013) menjelaskan bahwa penurunan *overrun* diduga terjadi karena bertambahnya nilai viskositas seiring dengan bertambahnya konsentrasi tepung porang. Dalam penelitian Akesowan (2008); Dhingra *et al.* (2012); Metwaly *et al.* (2016); Skryplonek *et al.* (2019) menunjukkan bahwa penurunan nilai *overrun* (%) dapat disebabkan oleh peningkatan konsentrasi penambahan tepung porang, sehingga dapat meningkatkan nilai viskositas dalam *frozen yoghurt* serta penggunaan *ice cream maker* dengan kapasitas kecepatan pengaduk yang rendah, mengakibatkan penurunan nilai *overrun*. Menurut Arbuckle & Marshall (2000) yang dapat mendukung pernyataan tersebut adalah viskositas yang terlalu tinggi kurang baik karena akan membutuhkan energi yang besar selama proses pengadukan, sehingga berpengaruh terhadap proses pemerangkapan udara, yang selanjutnya akan mempengaruhi *overrun* es krim. Meningkatnya viskositas akan mengurangi udara yang masuk pada waktu aerasi selama proses pembekuan, sehingga *overrun* yang dihasilkan rendah (Marshall *et al.*, 2003). Berdasarkan penelitian Adapa *et al.* (2000) menyimpulkan bahwa terdapat faktor yang menyebabkan penambahan stabilisator menurunkan nilai *overrun* pada *frozen yoghurt*, yaitu penambahan stabilisator terlalu tinggi dapat meningkatkan nilai viskositas yang menjadi alasan utama adanya penurunan kemampuan *whipping* atau *overrun*.

Adanya kunci utama dalam perbedaan formula pada setiap pembuatan *frozen yoghurt* ataupun es krim yaitu stabilisator yang digunakan dan cara pengolahan. Hal ini diduga disebabkan hasil yang berbeda setiap penelitian sebelumnya. Terdapat kombinasi stabilisator yang lebih baik dibandingkan hanya menggunakan tepung porang sebagai stabilisator dalam *frozen yoghurt* maupun es krim, Andayani (2012) menyatakan bahwa kombinasi yang baik antara proporsi dua bahan penstabil (tepung porang dan keragenan) dan konsentrasi stabilisator terhadap nilai *overrun frozen yoghurt* dengan penambahan madu. *Overrun frozen yoghurt* terbaik yang dihasilkan pada penelitian tersebut adalah konsentrasi penambahan stabilisator sebanyak 2% dengan proporsi tepung porang dan keragenan 75:25, memiliki nilai *overrun* sebanyak 33,37 %. Penelitian yang serupa dilakukan oleh Akesowan (2008) bahwa terdapat pengaruh penambahan stabilisator kombinasi antara tepung porang dan keragenan meningkatkan nilai *overrun*.

Selain perbedaan penambahan tepung porang dalam *frozen yoghurt* yang mempengaruhi nilai *overrun*, dalam penelitian Putri *et al.* (2014) menunjukkan bahwa terdapat pengaruh penambahan tepung porang yang ditambahkan dengan gula dan garam meningkatkan nilai *overrun* dibandingkan tanpa menambahkan gula dan garam. Pada umumnya seiring meningkatnya konsentrasi tepung porang yang ditambahkan yang berkaitan

dengan meningkatnya nilai viskositas, sehingga dapat menurunkan nilai *overrun*, akan tetapi dalam penelitian Putri *et al.* (2014) penambahan gula dan garam yang ditambahkan dalam pembuatan es krim instan dengan stabilisator tepung porang dapat meningkatkan *overrun*. Nilai *overrun* tertinggi pada penambahan tepung porang 0,4% yang ditambahkan gula dan garam sebesar 53,11% dan nilai *overrun* terendah didapatkan pada penambahan tepung porang 0,1% yang ditambahkan gula dan garam sebesar 15,69%.

Penelitian Salem *et al.* (2005) menunjukkan bahwa nilai *overrun* dapat dipengaruhi oleh penambahan kultur bakteri probiotik. Sementara nilai *Overrun* terbaik dan tertinggi diperoleh dalam *frozen yoghurt* yang mengandung *L. acidophilus* dan *B. bifidum*, sedangkan *overrun* terendah yang mengandung *L. reuteri*. Perbedaan *overrun* dalam *frozen yoghurt* dikaitkan dengan derajat yang berbeda dari keasaman campuran dengan berbagai kultur bakteri probiotik dan perbedaan ini mempengaruhi titik pembekuan. Sementara itu, berdasarkan penelitian Akalin & Erişir (2008) penambahan *L. acidophilus* La-5 dan *B. animalis* BB-12 (fermentasi menggunakan bakteri campuran) tidak mempengaruhi nilai *overrun* secara signifikan. Alamprese *et al.* (2005) menunjukkan bahwa ketika *L. rhamnosus* GG ditambahkan ke dalam pembuatan *frozen yoghurt* pada kuantitas 1×10^8 CFU/g, tidak mempengaruhi *overrun*.

c. Kecepatan Meleleh

Menurut Goff & Hartel (2013), terdapat hubungan tidak langsung antara kecepatan meleleh dan difusivitas termal dalam es krim, sehingga setiap faktor yang mempengaruhi difusivitas termal dapat mempengaruhi kecepatan meleleh. Difusivitas termal merupakan laju perambatan panas dari bahan (kemampuan suatu bahan untuk mengalirkan panas). Semakin besar nilai difusivitas termal, maka semakin cepat energi panas yang didifusikan ke dalam bahan (Komar *et al.*, 2009). Lemak susu atau minyak sayur mengurangi difusivitas termal es krim agar lemak dapat bertindak sebagai isolator terhadap panas yang menembus dari perimeter (luas permukaan) ke es krim. Selain itu, lemak menstabilkan rongga udara dalam struktur es krim yang menyebabkan kepadatan bentuk es krim yang baik selama penyimpanan dan konsumsi. Oleh karena itu, es krim rendah lemak memiliki nilai kecepatan meleleh lebih rendah dibandingkan es krim dengan kandungan lemak yang tinggi.

Berdasarkan penelitian Kalsum (2012), penambahan tepung porang dengan perlakuan 0 %; 0,1 %; 0,3 %; dan 0,5 % pada pembuatan *frozen yoghurt* meningkatkan nilai kecepatan meleleh dalam artian semakin lama leleh. Hasil rata-rata nilai kecepatan meleleh sebesar 12,48 menit/50g; 49,13 menit/50g; 73,63 menit/50g, dan 73,85 menit/50g. Hasil yang bertentangan dengan penelitian serupa telah dilaporkan oleh Harianto *et al.* (2013) penambahan tepung porang dengan perbedaan konsentrasi (0,1 %; 0,2 %; 0,3 %; dan 0,4 %) pada *frozen yoghurt* tidak memberikan pengaruh terhadap nilai kecepatan meleleh karena tepung porang pada konsentrasi tersebut memiliki kemampuan untuk mempertahankan stabilitas emulsi yang menyebabkan setiap perlakuan memiliki nilai kecepatan meleleh yang sama baiknya, meskipun konsentrasi yang diberikan bervariasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Metwaly *et al.* (2016) bahwa penambahan 0,7% tepung porang memiliki nilai kecepatan leleh tertinggi dibandingkan perlakuan penambahan tepung porang dengan konsentrasi 0,1; 0,3%; 0,5% dan kontrol (*frozen yoghurt* tanpa penambahan tepungporang), hal tersebut karena semakin tinggi kandungan porang, semakin meningkatnya kemampuan pengikatan air dalam produk *frozen yoghurt*. Menurut Metwaly *et al.* (2016) bahwa penurunan nilai kecepatan meleleh disebabkan oleh berkurangnya konsentrasi penambahan stabilisator.

Terdapat kombinasi stabilisator yang lebih baik dibandingkan hanya menggunakan tepung porang sebagai stabilisator dalam *frozen yoghurt* maupun es krim, yaitu penambahan stabilisator kombinasi antara tepung porang dengan stabilisator lainnya seperti karagenan mempengaruhi nilai kecepatan meleleh, dalam penelitian Akesowan (2008) menyatakan bahwa kombinasi stabilisator tepung porang dan karagenan dapat memperlambat meleleh.

Perbandingan hasil penelitian Kalsum (2012) dan Harianto *et al.* (2013) dengan Susilorini & Sawitri (2006) terhadap nilai kecepatan meleleh adalah rata-rata waktu pelelehan

penelitian Kalsum dan Harianto lebih lama dibandingkan dengan hasil penelitian Susilorini & Sawitri. Adanya perbedaan hasil nilai kecepatan meleleh pada setiap penelitian terjadi diduga karena perbedaan formula *frozen yoghurt* yang dibuat dalam penelitian seperti kandungan glukomanan dalam tepung porang, seberapa banyak konsentrasi tepung porang yang ditambahkan dalam pembuatan *frozen yoghurt*, dan jenis kultur BAL yang digunakan. Cara pengolahan es krim yang berbeda seperti jenis *ice cream maker* yang digunakan, karena kecepatan ketika *mixing* mempengaruhi masuknya udara dalam *frozen yoghurt* dan berkaitan dengan tinggi rendahnya nilai *overrun* (Padaga dan Sawitri, 2005). Menurut Susilorini & Sawitri (2006), bahwa penambahan tepungporang mampu mengikat partikel es dalam adonan *frozen yoghurt* yang membuat adonan menjadi semakin kental, daya ikat air semakin kuat dalam produk sehingga tidak cepat meleleh. Peningkatan konsentrasi tepung porang di dalam adonan *frozen yoghurt* menyebabkan partikel- partikel es yang terikat semakin banyak, sehingga waktu leleh *frozen yoghurt* menjadi lebih lama dan nilai kecepatan meleleh lebih tinggi.

Pengaruh Porang terhadap pH dalam Frozen Yoghurt

Pengukuran pH dapat digunakan sebagai salah satu indikator berlangsungnya proses fermentasi BAL menggunakan karbohidrat sebagai media pertumbuhannya dan membentuk asam laktat. Akumulasi produk asam laktat yang dihasilkan BAL akan meningkatkan keasaman, sehingga pH yang terukur dari *yogurt* akan semakin asam seiring lamanya waktu fermentasi (Djaafar & Rahayu, 2006). Penelitian yang dilakukan oleh Jannah *et al.* (2013) tentang pengaruh penambahan tepung porang terhadap pH *frozen yoghurt*. Dalam penelitian tersebut menyatakan bahwa penambahan tepung porang dengan konsentrasi 0,0%; 0,1%; 0,2%; 0,3%; dan 0,4% dapat meningkatkan nilai pH *frozen yoghurt*. Hal ini disebabkan karena Penambahan tepung porang dapat menekan penurunan nilai pH dari *frozen yoghurt* karena porang memiliki nilai pH yang normal (mendekati 7) sehingga bila ditambahkan pada suatu larutan yang bersifat asam akan meningkatkan nilai pH larutan tersebut. Peningkatan nilai pH *frozen yoghurt* disebabkan karena terjadi penurunan jumlah ion H^+ yang dipicu oleh penurunan jumlah total asam. Sifat gel pada tepung porang memiliki kemampuan mengikat air yang merupakan media hidup dan pertumbuhan bakteri, sehingga dengan penambahan tepung porang dapat menghambat pertumbuhan bakteri pembentuk asam laktat (Utomo *et al.*, 2013; Sawitri *et al.*, 2008). Menurut Tamime & Marshall (1997), penambahan *yoghurt* pada adonan es krim sebesar 20 % akan menghasilkan *frozen yoghurt* dengan kadar asam rendah, sedangkan penambahan *yoghurt* sebesar 40 – 70 % akan menghasilkan kadar asam *frozen yoghurt* yang tinggi.

Penelitian yang dilakukan oleh Akesowan (2008) tentang penambahan tepung porang terhadap pH es krim yang dibandingkan dengan penambahan stabilisator kombinasi berupa tepung porang dan karagenan. Dalam penelitian tersebut bahwa kombinasi stabilisator tepung porang dan karagenan tidak mempengaruhi nilai pH. Perbandingan nilai pH dengan penambahan stabilisator komersil (Supergel-IC®) sebagai kontrol senilai 6.27, penambahan tepung porang senilai 6.20, dan penambahan kombinasi stabilisator (0.27% tepung porang : 0.03% karagenan) senilai 6.30 yang menunjukkan tidak adanya perbedaan nilai pH yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan kombinasi stabilisator ataupun stabilisator tunggal tidak mempengaruhi nilai pH.

Pengaruh Porang terhadap Total BAL dalam Frozen Yoghurt

Penentuan jumlah mikroba dilakukan untuk menghitung jumlah koloni mikroba yang terkandung dalam *yogurt*, baik itu mikroba yang berperan dalam proses fermentasi (golongan bakteri asam laktat) maupun bakteri kontaminan yang mungkin terkandung dalam yogurt menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC). Mikroba yang digunakan dalam starter yogurt merupakan golongan bakteri asam laktat (BAL), antara lain *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* (Al-Ghazzewi *et al.*, 2006). Menurut Codex (2003), persyaratan jumlah BAL dalam kultur starter susu fermentasi minimal 10^7 CFU/g karena syarat jumlah bakteri hidup yang sampai di saluran pencernaan harus lebih dari 10^6 CFU/g (Usmiati & Utami, 2008).

Dalam penelitian Harianto *et al.* (2013) bahwa perlakuan perbedaan konsentrasi penambahan tepung porang pada pengolahan *frozen yoghurt* dapat menurunkan total BAL *frozen yoghurt*. Kandungan glukomannan pada tepung porang memiliki kemampuan mengabsorpsi air dalam *frozen yoghurt*, sehingga akan mempengaruhi aktivitas BAL. Harianto *et al.* (2013) menyatakan juga bahwa jumlah BAL yang hidup pada *frozen yoghurt* sebanyak 19-62 % dan mengalami penurunan sebesar 38-81 % selama pembekuan. Penelitian serupa yang dilakukan oleh Jannah *et al.* (2013) tentang pengaruh penambahan tepung porang terhadap total BAL *frozen yoghurt*. Berdasarkan penelitian tersebut penambahan tepung porang mempengaruhi aktivitas BAL dengan menekan pertumbuhannya dalam *yoghurt* maupun *frozen yoghurt*. Sifat glukomannan pada tepung porang mampu menyerap air yang merupakan media tumbuh mikroba, sehingga pertumbuhan mikroba pada penyimpanan dapat ditekan. Penambahan tepung porang berbagai persentase dapat menekan pertumbuhan bakteri dari *yoghurt* karena sifat pembentukan gel pada tepung porang memiliki kemampuan mengikat air sehingga media pertumbuhan bakteri semakin sedikit (Jannah *et al.*, 2013; Utomo *et al.*, 2013). Berdasarkan hasil penelitian Harianto *et al.* (2013) dan Jannah *et al.* (2013) membuktikan bahwa adanya penurunan jumlah bakteri setelah proses pembuatan *frozen yoghurt*. Hal tersebut disebabkan oleh selama proses pembuatan *frozen yoghurt* terdapat pengolahan mulai dari proses *freezing* dan *mixing* pada *yoghurt* dalam *ice cream maker*, kemudian proses pembekuan dan penyimpanan pada suhu rendah sehingga jumlah bakteri asam laktat dalam *frozen yoghurt* mengalami penurunan.

Berdasarkan penelitian Al-Ghazzewi *et al.* (2006) bahwa perlakuan perbedaan konsentrasi penggunaan Porang *Glucomannan hydrolysate* (GMH) (0%, 1%, dan 2%) meningkatkan pertumbuhan BAL. Namun pada penambahan tepung porang 5% mengalami penurunan pertumbuhan BAL. hal tersebut yang disebabkan oleh peningkatan hidrolisat yang terbentuk begitu banyak asam sehingga menghambat pertumbuhan bakteri. Menurut Al-Ghazzewi *et al.* (2006) pengaruh penambahan porang glukomannan yang terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan patogen. Pada tahun 2012, Al-Ghazzewi *et al.* melakukan penelitian lanjutan dan didapatkan hasil bahwa *glucomannan hydrolysate* (GMH) menstimulasi pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL) yang dapat menghambat patogen. Pernyataan tersebut juga didukung oleh penelitian Gan *et al.* (2002) bahwa bakteri asam laktat dapat juga menghambat pertumbuhan patogen termasuk *Staphylococcus aureus*, sehingga daya simpan bisa dalam jangka waktu yang lebih lama dibandingkan *frozen yoghurt* tanpa penambahan porang.

Pengaruh Porang terhadap Kemampuan Proteolisis BAL dalam Frozen Yoghurt

Tingkat proteolisis, mewakili proteolitik kemampuan bakteri, berkaitan dengan pertumbuhan bakteri dan pengasaman *yoghurt* (Ramchandran & Shah, 2010). Berdasarkan penelitian Perols *et al.* (1997) melaporkan bahwa pelepasan protein dari hidrogel porang glukomannan rendah, sehingga menghentikan pelepasan enzim proteolitik, dan pelepasan enzim rendah dalam whey menyebabkan penurunan proteolisis. Hal ini menyebabkan proteolisis *yoghurt* dengan penambahan porang glukomannan lebih rendah daripada *yoghurt* tanpa penambahan porang glukomannan.

Berdasarkan analisis data dalam penelitian Dai *et al.* (2016), proteolisis *full-fat yoghurt* paling terendah di antara sampel *yoghurt*. Terdapat Tidak ada perbedaan signifikan pada proteolisis *Low-fat yoghurt* (kontrol) dibandingkan dengan *skimmed yoghurt* (kontrol), dan tidak ada perbedaan antara *Low-fat yoghurt* dan *skimmed yoghurt* dengan penambahan porang glukomannan. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan lemak tidak mempengaruhi kemampuan proteolitik. *Low-fat yoghurt* dan *skimmed yoghurt* dengan penambahan porang glukomannan memiliki kemampuan proteolitik yang lebih rendah daripada *Low-fat yoghurt* dan *skimmed yoghurt* kontrol (tanpa penambahan porang glukomannan), dan proteolisis yang sama pada *full-fat yoghurt*. Berdasarkan penelitian Ramchandran & Shah (2010); Perols *et al.* (1997); dan Dai *et al.* (2016) dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung porang dapat menurunkan kemampuan proteolisis BAL pada seluruh sampel (menggunakan susu full-fat,

low-fat, dan skim) *yoghurt* maupun sudah dalam bentuk *frozen yoghurt* yang melalui proses *freezing* dan *mixing*.

Pengaruh Porang Frozen Yogurt terhadap Mutu Organoleptik (*Sensory Attributes*)

Sifat karakteristik sensorik *frozen yoghurt* meliputi tekstur, *creaminess*, konsistensi, dan kristalisasi es merupakan faktor yang sangat penting dalam penerimaan konsumen maupun panelis dalam pengujian organoleptik (Stampanoni *et al.*, 1996; Skryplonek *et al.*, 2019). Pengujian organoleptik merupakan suatu cara untuk menilai, mengukur dan menguji daya terima suatu produk menggunakan kepekaan panca indera manusia (indra penglihatan, penciuman, pencicipan, peraba dan pendengaran). Pengujian organoleptik mempunyai peranan penting dalam penerapan mutu (Dwi *et al.*, 2010).

Dalam pengujian organoleptik, kesukaan dan penerimaan konsumen terhadap suatu pangantidak hanya dipengaruhi oleh satu faktor, akan tetapi dipengaruhi oleh berbagai macam faktor seperti warna, aroma, rasa, dan tekstur sehingga menimbulkan penerimaan yang secara menyeluruh. Hal tersebut dijelaskan dalam penelitian Jannah *et al.* (2013) bahwa hasil analisis penggunaan tepung porang 0,0%; 0,1%; 0,2%; 0,3%; dan 0,4% pada *frozen yoghurt* dalam uji organoleptik tekstur, lebih menyukai tekstur semua sampel *frozen yoghurt* yang ditambahkan tepung porang karena tekstur yang lebih lembut dibandingkan tanpa penambahan tepung porang (kontrol). Sementara itu, panelis kurang menyukai rasa *frozen yoghurt* seiring bertambahnya konsentrasi tepung porang dengan kisaran nilai 2,8-4,15 dalam penilaian uji organoleptik rasa. Nilai tersebut dikategorikan dalam kriteria “kurang enak” hingga “sangat enak”. Nilai rasa *frozen yoghurt* cukup bagus karena berdasarkan penilaian panelis, nilai terendahnya tidak sampai menunjukkan rasa yang “tidak enak”. Rasa memiliki peranan penting dalam produk es krim ataupun *frozen yoghurt*, hal ini sesuai dengan pernyataan Winarno (1997), bahwa rasa merupakan faktor yang sangat mempengaruhi nilai penerimaan panelis terhadap suatu produk. Hasil uji organoleptik aroma, rata-rata dari 5 panelis menilai aroma porang *frozen yoghurt* berkisar 3-5 yang cenderung beraroma masih seperti aroma *yoghurt*. Menurut panelis, aroma yang dimiliki tepung porang memiliki aroma khas yang tidak begitu kuat dalam artian masih bisa diterima oleh konsumen atau panelis.

Dalam penelitian Dai *et al.* (2016) menambahkan juga bahwa penambahan Porang tidak hanya mempengaruhi rasa, tetapi juga mempengaruhi warna. Penambahan porang glukomannan meningkatkan warna kekuningan pada *yoghurt* yang disebabkan oleh *the maillard reaction* ketika pencampuran susu-porang glukomannan di pasteurisasi dengan suhu 85°C selama 30 menit. Menurut Park (1996) bahwa penambahan tepung porang dapat meningkatkan warna kekuningan dan tekstur yang ringan (*lightness*). Berdasarkan evaluasi penilaian daya terima sensorik, hasilnya menunjukkan konsentrasi penambahan tepung porang yang terlalu tinggi dapat menyebabkan menurunnya nilai evaluasi penilaian daya terima sensorik (Metwaly *et al.*, 2016).

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian studi literatur aplikasi dan fungsi porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dalam *frozen yoghurt* dapat ditarik kesimpulan bahwa fungsi penambahan tepung porang (*Amorphophallus oncophyllus*) sebagai stabilisator dan pengemulsi adalah meningkatkan mutu organoleptik dengan memiliki tekstur yang lebih baik pada *frozen yoghurt*. Terdapat pengaruh penambahan tepung porang terhadap viskositas, overrun, kecepatan meleleh, pH, asam tertitrisasi (TAT), organoleptik, total BAL dan penurunan kemampuan proteolisis BAL pada *frozen yoghurt*. Sementara itu, faktor yang mempengaruhi pembuatan *frozen yoghurt* adalah pH dan penggunaan jenis kultur BAL dalam upaya mempertahankan viabilitas BAL selama proses pembuatan dan pembekuan *frozen yoghurt*. Penggunaan kultur BAL kombinasi juga meningkatkan viskositas dan *overrun frozen yoghurt*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adapa, S., Dingeldein, H., & Schmidt, K. A. 2000. *Rheological peroties of ice cream mixes and frozen ice creams containing fat and fat replacers*. Journal of Dairy Science. 83:2224–2229.
- Akalin, A. S., Erisir, D. 2008. *Effects of inulin and oligofructose on the rheological characteristics and probiotic culture survival in low-fat probiotic ice cream*. Journal of Food Science. 73(4):184–M188.
- Akbari, M., Eskandari, M. H., Davoudi, Zahra. 2019. *Application and functions of fat replacers in low-fat ice cream: A review*. Trends in Food Science & Technology. 86: 34–40
- Akesowan, A. 2008. *Effect of combined stabilizers containing konjac flour and 6-carrageenan on icecream*. AU J. Technol. 12: 81-85.
- Akin MB, Akin MS, Kirmaci Z. 2007. *Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice cream*. Food Chem. 104:93–99
- Alamprese C, Foschino R, Rossi M, Pompei C, Corti S. 2005. *Effects of Lactobacillus rhamnosus CG addition in ice cream*. Int J Dairy Technol. 58:200–206
- Al-Ghazzewi, F. H., Khanna, S., Tester, R. F., & Piggott, J. 2007. *The potential use of hydrolysed konjac glucomannan as a prebiotic*. Journal of the Science of Food and Agriculture. 87(9):1758-1766.
- Al-Ghazzewi, F. H., & Tester, R. F. 2012. *Efficacy of cellulase and mannanase hydrolysates of konjacglucomannan to promote the growth of lactic acid bacteria*. Journal of the Science of Food and Agriculture. 92(11): 394-2396.
- Andayani, E. W. 2012. *Studi pengaruh penggunaan tepung porang (Amorphophallus oncophyllus) dan karagenan sebagai penstabil pada produk es krim madu* [Skripsi]. Malang: Fakultas Teknologi Hasil Pertanian Universitas Brawijaya.
- Arbuckle W.S. 1986. *Ice Cream*. Connecticut: AVI Publishing Company Inc. 2: 325–326.
- Dai, Shuhong., Corke, Harold., Shah, Nagendra P. 2016. *Utilization of Konjac Glucomannan as a FatReplacer in Low-Fat and Skimmed Yogurt*. J. Dairy Sci. 99: 1-12
- El-Nagar G, Clowes G, Tudorica CM, Kuri V. 2002. *Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin*. Int J Dairy Technol. 55:89–9
- Godward, G., Sultana, K., Kailasapathy, K., Peiris, P., Arumugaswamy, R., Reynolds, N. 2000. *The importance of strain selection on the viability of probiotic bacteria in dairy foods*. Milchwissenschaft. 55:441–445
- Goff. H. Douglas, Hartel. Richard W. 2013. *Ice Cream Seventh Edition*. New York: Springer Science Business Media.
- Hariato, Hasma., Thohari Imam., Purwadi. 2013. *Penambahan tepung porang (Amorphophallus oncophyllus) pada es krim yoghurt ditinjau dari sifat fisik dan total bakteri asam laktat*. Malang: Fakultas perternakan Universitas Brawijaya.
- Harmayani, E., Aprilia, V., Marsono, Y. 2014. *Characterization of glucomannan from Amorphophallus oncophyllus and its prebiotic activity in vivo*. Carbohydrate Polymers, 112, 475-479.
- Hekmat S., McMahon, D.J. 1992. *Survival of Lactobacillus acidophilus and Bifidobacterium bifidum in ice cream for use as a probiotic food*. J. Dairy Sci. 75:1415–1422.
- Homayouni, A., Azizi, A., Ehsani, M.R., Yarmand, M.S., Razavi, S.H. 2008^a *Effect of microencapsulation and resistant starch on the probiotic survival and sensory properties of symbiotic ice cream*. Food Chem. 111:50–55.
- Istini, Sri., Zalnika, A. 2007. *Pengaruh jenis dan konsentrasi semi-refined carrageenan (SRC) sebagai stabilisator terhadap kualitas es krim*. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia. 9 (1): 27-33.
- Jannah, Yuli Raudhatul., Thohari, Imam., Purwadi. *The addition of porang flour (Amorphophallus oncophillus) in the yoghurt ice cream on total plate count, texture, taste, aroma, total solid, and pH* [skripsi]. Malang: Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.

- Katsuraya, K, K. Okuyama, K. Hatanaka, R. Oshima, T. Sato and K. Matsuzaki. 2003. *Constitution of konjac glucomannan: chemical analysis and ¹³C NMR spectroscopy*. Carbohydrate Polymers.53: 183- 189.
- Kitamoto, N., Kato, Y., Ohnaka, T., Yokota, M., Tanaka, T. and Tsuji, K. 2003. *Bactericidal effects of konjac fluid on several food-poisoning bacteria*. Journal of Food Protection. 66(10): 1822-31.
- Korbekandi, H, Mortazavian, A.M, Iravani, S. 2011. *Technology and stability of probiotic in fermented milks*. Oxford: Probiotic and prebiotic foods Press.
- Magariños, H., Selaive, S., Costa, M., Flores, M., Pizarro, O. 2007. *Viability of probiotic microorganisms (Lactobacillus acidophilus La-5 and Bifidobacterium animalis ssp. lactis Bb- 12) in ice cream*. Int J Dairy Technol. 60:128–134.
- Marshall, R.T., H.D. Goff and R.W. Hartel, 2003. *Ice Cream*. USA: Springer Science and Business Media. 6: 371.
- Marshall, R.T., Arbuckle, W.S. 2002. *Ice Cream*. Maryland: Fifth Edition Aspen. Gaihersburg.
- Marshall, R.T and W.S Arbuckle. 2000. *Ice Cream* Fifth Edition. New York: Chapman and Hall.
- Metwaly, M. Abo-Srea., E.A. Emara., Talaat, H. El-Sawah. 2016. *Impact of Konjac Glucomannan on Ice Cream-Like Properties*. Int. J. Dairy Sci. 12: 177-183.
- Milani, E., and A. Koocheki. 2011. *The effects of date syrup and guar gum on physical, rheological and sensory properties of low fat frozen yoghurt dessert*. Int. J. Dairy Technol. 64: 121–129.
- Modler, H., McKellar, R., Goff, H., Mackie, D. 1990. *Using ice cream as a mechanism to incorporate bifidobacteria and fructooligosaccharides into the human diet*. Cult Dairy Prod. J 25:4–9
- Moerfard, M. and M.M Teharani. 2008. *Effect of Some Stabilizer on The Physicochemical and Sensory Properties of Ice Cream Type Frozen Yoghurt*. American-Eurasian J.Agric&Environ. Sci. 4(5): 584-589.
- Putri, Vita N., Susilo, B., Hendrawan, Y. 2014. *Pengaruh penambahan tepung porang (amorphophallus onchophyllus) pada pembuatan es krim instan ditinjau dari kualitas fisik dan organoleptik*. Malang: Jurusan Keteknikan Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian.
- Salem, M.M.F., Fathi, F.A., Awad, R.A. 2005. *Production of probiotic ice cream*. Pol J Food Sci Nutr.55:267–271.
- Susilorini, T.E., Sawitri, M. E. 2006. *Produk Olahan Susu*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Shihata, A., Shah, N. P. 2000. *Proteolytic profiles of yogurt and probiotic bacteria*. Int. Dairy J.10:401–408.
- Stampanoni, K. C. R., P. Piccinali, and S. Sigrist. 1996. *The influence of fat, sugar and non-fat milk solids on selected taste, flavor and textural parameters of a vanilla ice-cream*. Food Qual. 7: 69–79.
- Tamime, AY., Saarela, M., Sondergaard, AK., Mistry, VV., Shah, NP. 2005. *Production and maintenance of viability of probiotic microorganisms in dairy products*. In: Tamime AY (ed) Probiotic dairy products. Blackwell, Oxford:39–72.
- Widodo, W. 2002. *Bioteknologi Fermentasi Susu*. Malang: Pusat Pengembangan Bioteknologi Universitas Muhammadiyah.
- Winarno, F.G. 1997. *Bahan Tambahan untuk Makanan dan Kontaminan*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.