

# SIFAT KIMIAWI YOGURT DENGAN PENAMBAHAN BUAH BERPIGMENT ANTOSIANIN

## CHEMICAL PROPERTIES OF YOGHURT ADDED WITH ANTHOCYANIN-RICH FRUITS

Vincent Matthew

Mahasiswa Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian,  
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya  
[foodtech.vincent.m.19@ukwms.ac.id](mailto:foodtech.vincent.m.19@ukwms.ac.id)

### Abstrak

Kelompok buah beri dapat dijadikan sebagai bubur buah dan sari buah yang kemudian dapat ditambahkan ke dalam produk olahan susu yaitu yogurt. Produk olahan yogurt dipilih karena yogurt lebih mudah untuk dicerna oleh pengidap lactose intolerance. Penambahan buah kelompok beri seperti elderberry, strawberry, blueberry, dan chokeberry dipilih karena mengandung senyawa antioksidan yaitu pigmen antosianin. Pigmen antosianin sangat sensitif terhadap perubahan pH. Penambahan buah kelompok beri perlu untuk mempertahankan karakteristik kimia dari yogurt. Parameter yang diulas berupa sifat kimiawi dari yogurt yaitu total fenol, kadar antosianin, pH, dan Total Asam Titrasi (TAT). Penambahan produk buah berpigmen antosianin berdampak pada jumlah total fenol dan kadar antosianin yogurt dengan penambahan pigmen antosianin. Penambahan sari buah atau puree buah berpigmen antosianin tidak berdampak pada pH dan TAT yogurt karena kedua parameter tersebut dipengaruhi oleh kultur starter yang bekerja dalam proses fermentasi susu menjadi yogurt. Total fenol dan kadar antosianin sangat dipengaruhi oleh lama penyimpanan dan konsentrasi penambahan produk, sedangkan pH dan TAT dipengaruhi oleh aktivitas Bakteri Asam Laktat yang terjadi selama proses fermentasi dan penyimpanan.

Kata kunci: bakteri asam laktat; bubur buah; karakteristik kimia pigmen antosianin; sari buah; total fenol; yogurt

### Abstract

Berries could be used as fruit puree and juice, then can be incorporated into dairy products, like yogurt. Yoghurt were chosen as a media, as it have functional properties, yogurt also can be easily digested by people with lactose intolerance. Elderberries, strawberries, blueberries, and chokeberries were chosen, as those berries, contain antioxidant compounds, which is anthocyanin. The addition of berries group product should maintain the chemical characteristics of yogurt. The parameters that were examined are chemical characteristics including Total Phenolic Content (TPC), Total Anthocyanin Content (TAC), pH, and Titratable Acidity (TA). Addition of anthocyanin-rich product would effect total phenol and total anthocyanin content, meanwhile addition of anthocyanin rich product would not affect pH and TA, as pH and TA were heavilly affected by the activity of Lactic Acid Bacteria. Those parameters were affected by the concentration of added product and storage duration.

Keyword: anthocyanin; chemical characteristics; juice; lactic acid bacteria; phenol content; puree; yoghurt

## PENDAHULUAN

Buah mengandung nutrisi esensial yang dibutuhkan oleh tubuh, baik dalam bentuk segar maupun dalam bentuk sari maupun bubur buah, tetapi masyarakat seringkali susah untuk mengonsumsi buah. Konsumsi buah tidak hanya dalam bentuk segar saja, namun dapat diproses menjadi bubur buah dan sari buah. Menurut Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (2019), bubur

buah (*puree*) berbeda dengan sari buah. Pembuatan sari buah diawali dengan pembuburan buah ditambah dengan air yang kemudian akan disaring sehingga hanya tersisa filtrat yang bening, namun *puree* adalah buah yang dibuburkan tanpa adanya penambahan air sehingga dihasilkan bubur dari buah yang dihancurkan hingga homogen. Buah-buahan yang dapat diolah menjadi *puree* dan sari

buah, dapat menggunakan buah dari kelompok beri.

Kelompok buah beri memiliki pigmen dominan berupa antosianin yang dapat berperan sebagai antioksidan. Pigmen antosianin memiliki rentang warna merah-ungu. Contoh buah-buahan dengan kandungan pigmen antosianin yang tinggi dari kelompok beri adalah *blackcurrant*, *blueberry*, *cherry*, anggur, *raspberry*, dan *strawberry* (DeMan et al., 2018). Buah-buah tersebut seringkali dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam bentuk sari buah ataupun bubur buah yang kemudian dapat ditambahkan dalam yogurt.

Yogurt dipilih karena merupakan media yang tepat untuk menambahkan sari atau bubur buah karena selain memiliki rasa yang segar, yogurt lebih dapat dicerna oleh tubuh terutama oleh pengidap *lactose intolerance*. Penambahan produk buah ke dalam yogurt selain meningkatkan rasa juga dapat meningkatkan warna akibat adanya penambahan pigmen antosianin ke dalam yogurt. Penambahan buah berpigmen antosianin perlu untuk mempertahankan karakteristik kimia pada yogurt seperti total fenol, kadar antosianin, pH, dan Total Asam Tertitiasi (TAT). Oleh karena itu penulisan makalah ini bertujuan untuk mengulas sifat kimia yogurt dengan penambahan buah berpigmen antosianin.

## YOGURT

Yogurt merupakan produk olahan fermentasi yang kaya akan protein, lemak, kalsium, kalium, vitamin B (B1, B2, B6, asam nikotinat, dan pantotenat) (Amaro et al., 2021), dengan bakteri yang digunakan adalah *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Hasil fermentasi BAL akan menyebabkan penurunan pH susu hingga kisaran pH 4,38-4,49 (Soni et al., 2020). Yogurt memiliki tekstur yang lembut dan semi-solid. Tekstur

yang tegar pada gel yogurt disebabkan oleh adanya ikatan antar misel kasein susu. Adanya ikatan hidrofobik dan elektrostatis pada misel kasein dengan *whey* protein yang terdenaturasi, akan membentuk ikatan antar globula-globula lemak pada susu akibatnya terbentuknya struktur yang semi solid pada yogurt (Suraweera & Wichchukit, 2020). Yogurt dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu *set* yogurt dan *stirred* yogurt. Menurut Loveday et al. (2013), *set* yogurt merupakan tipe yogurt yang umumnya difermentasi langsung di dalam tempat atau wadah kemasan penyimpanannya sehingga memiliki tekstur gel yang tegar. Berbeda dengan *set* yogurt, *Stirred* yogurt merupakan tipe yogurt yang umumnya dibuat secara *batch* dalam sebuah wadah fermentasi yang kemudian diaduk sehingga menghasilkan produk yang lembut dan kental sebelum diisi ke dalam kemasan (Li et al., 2021).

Berdasarkan kandungan lemaknya, yogurt dibagi menjadi tiga jenis, yaitu *low fat* yogurt yaitu yogurt yang terbuat dari sebagian susu skim (*partially skimmed milk*) dengan kandungan lemak sebesar 0,5-2,0%, *non-fat* yogurt yaitu yogurt yang sepenuhnya terbuat dari susu skim (*whole skimmed milk*) dengan kandungan lemak < 0,5%, dan *regular yoghurt* atau *full fat* yogurt yang terbuat dari susu tinggi lemak (*full fat milk*) dengan kandungan lemak sebesar 3,25% (Aryana & Olson, 2017; Banerjee et al., 2017). Penentuan kualitas ataupun kandungan lemak yogurt diatur dalam sebuah syarat mutu SNI 2981:2009 (Badan Standardisasi Nasional). Syarat mutu beberapa jenis yogurt dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat mutu beberapa jenis yogurt

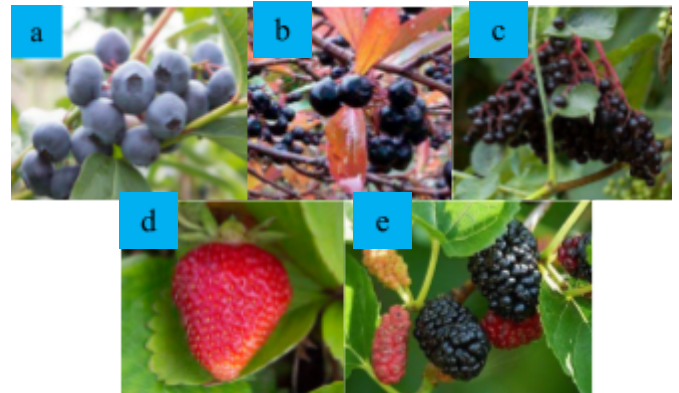
No	Kriteria	Satuan	Yogurt tanpa perlakuan panas		
			Yogurt	Yogurt Rendah Lemak	Yogurt Tanpa Lemak
1	Keadaan		Cairan kental-padat		
1.1	Penampakan	-	Cairan kental-padat		
1.2	Bau	-	Normal		
1.3	Rasa	-	Asam		
1.4	Konsistensi	-	Homogen		
2	Kadar lemak (b/b)	%	3,0	0,6-2,9	0,5
3	Total Padatan	%	Min 8,2		
4	Protein	%	Min 2,7		
5	Kadar abu (b/b)	%	Maks 1,0		
6	Keasaman (asam laktat (b/b))	%	0,5-2,0		
7	Cemaran logam				
7.1	Timbal	mg/kg	Maks 0,3		
7.2	Tembaga	mg/kg	Maks 20,0		
7.3	Timah	mg/kg	Maks 40,0		
7.4	Raksa	mg/kg	Maks 0,03		
8	Arsen	mg/kg	Maks 0,1		
9	Cemaran mikroba				
9.1	Bakteri coliform	APM/g koloni/g	Negatif/25 g		
9.2	<i>Salmonella</i>	-	Negatif/25 g		
9.3	<i>Listeria monocytogenes</i>	-	Negatif/25 g		
10	Jumlah bakteri starter	koloni/g	Min 10 <sup>7</sup>		

Sumber: Badan Standardisasi Nasional (2009)

## MACAM-MACAM BUAH BERPIGMENT ANTOSIANIN

Buah berpigmen antosianin seperti *elderberry*, *strawberry*, *blueberry*, *chokeberry* atau *aronia*, dan *murbei* tentu akan memiliki rentang warna yang berbeda dan sangat bergantung pada pH dan jenis asam yang dimiliki, sehingga jenis pigmen antosianin yang mendominasi pada setiap buah akan berbeda. Setiap buah memiliki rentang pH yang berbeda, sehingga dapat berdampak pada warna dan pigmen yang dihasilkan. Secara umum warna merah akan terbentuk pada pH 1-2 akibat adanya pembentukan ion flavilium,

warna merah pudar akan dihasilkan pada pH sekitar 3, merah keunguan pada pH sekitar 4, ungu pada pH 5 hingga 6, dan berwarna ungu pada pH 7 (Priska et al., 2018).



Gambar 1. Buah kelompok beri kaya antosianin: a) *Blueberry*; b) *Chokeberry*; c) *Elderberry*; d) *Strawberry*; e) *Mulberry*

Sumber : <sup>a,b,c,d</sup> Bowling (2014); <sup>e</sup> Britannica (2022).

### *Elderberry (Sambucus nigra)*

Warna dari jus *elderberry* memberikan memiliki rentang dari merah hingga ungu, dengan rerata pH sebesar 4,92 dengan selang 4,73-5,19 (Dominguez et al., 2021; Veazie-Perkins et al., 2015). *Elderberry* yang dihancurkan menjadi jus, memiliki pH sebesar  $4,11 \pm 0,01$  dengan kadar antosianin sebesar  $30,85 \pm 2,46$  mg sianidin-3-glukosida ekivalen/mL jus (Vujanović et al., 2020). Jenis-jenis pigmen antosianin yang primer pada *elderberry* adalah *cyanidin-3-glucoside* dan *cyanidin-3-sambubioside*, sedangkan pigmen antosianin sekundernya adalah *cyanidin-3,5-diglucoside*, dan *cyanidin-3-sambubioside-5-glucoside* (Młynarczyk et al., 2018).

### *Strawberry (Fragaria spp.)*

Warna dari *strawberry* akan secara perlahan berubah seiring dengan tingkat kematangan buah. Warna buah stroberi awalnya memiliki warna putih kekuningan, namun jika sudah matang maka akan memiliki warna merah dengan rerata pH sebesar 3,39-3,80 (Janurianti et al., 2021; Ornelas-Paz

et al., 2013). Pigmen antosianin pada strawberry didominasi oleh pelargonidin dan turunannya, 3 pigmen antosianin primer pada buah *strawberry* adalah *pelargonidin 3-O-glucoside*, *pelargonidin 3-O-rutinoside* dan *cyanidin 3-O-glucoside*, dengan rerata kadar *cyanidin-3-O-glucoside* sebesar  $4,2 \pm 0,5$  mg/Kg dan rerata kadar *pelargonidin-3-O-glucoside* sebesar  $50 \pm 7,5$  mg/Kg (Karaaslan & Yaman, 2018; Taghavi et al., 2022).

#### **Blueberry (*Vaccinium spp.*)**

Semakin matang buah *blueberry*, maka terjadi perubahan warna dari hijau menjadi biru (Spinardi et al., 2019). *Blueberry* memiliki rerata pH sebesar  $4,35 \pm 0,01$ , nilai tersebut masih termasuk dalam rentang pH jus *blueberry* pada umumnya yaitu sebesar 3,5-4,5 (Song et al., 2018). Kadar pigmen antosianin *blueberry* yang dihasilkan beragam kadarnya dengan total kadar antosianin buah *blueberry* yang bervariasi antara 22,32-295,06 mg sianidin-3-glukosida ekuivalen/100 g berat segar (Okan et al., 2018). Jenis antosianin primer pada *blueberry* adalah *malvidin-3-O-galactoside*, *delphinidin-3-O-galactoside*, *malvidin-3-O-arabinoside*, dan *cyanidin-3-O-arabinoside* dengan *delphinidin-3-O-arabinoside* yang memberikan jumlah sebesar 70% dari total antosianin buah *blueberry* (Chai et al., 2021).

#### **Aronia atau Chokeberry (*Aronia melacarpa L.*)**

Warna alami dari buah aronia adalah warna biru tua (Sidor & Gramza-michałowska, 2019). Jus *chokeberry* memiliki kadar pH yang beragam yang berkisar dari 3,77-3,96 dengan rerata pH sebesar 3,86 (Tolić et al., 2017). Kadar antosianin pada buah *chokeberry* beragam. Total kadar antosianin jus buah *chokeberry* memiliki rentang antara 284-686 mg/katekin ekuivalen 100g berat segar, dengan jenis pigmen antosianin primer yaitu *cyanidin*

*-3-O-galactoside*, *cyanidin -3-O-glucoside*, *cyanidin -3-O-arabinoside*, dan *cyanidin -3-O-xyloside* (Denev et al., 2018; Jurendić & Šćetar, 2021).

#### **Mulberry (*Morus alba.*)**

Warna buah murbei berkisar antara merah hingga ungu kehitaman. pH dari buah murbei adalah  $5,63 \pm 0,08$  (Balik et al., 2019). Buah Murbei atau *Mulberry* memiliki rerata total antosianin yang berbeda untuk tiap varietasnya. Menurut penelitian Kim & Lee (2020) rerata total antosianin dari 12 buah murbei yang dibudidayakan di Korea Selatan berkisar antara  $0,95 \pm 0,01$  mg/g berat kering hingga  $28,61 \pm 0,00$  mg/g berat kering dengan jenis cyanidin yang mendominasi buah murbei adalah *cyanidin-3-O-glucoside*, *cyanidin-3-O-rutinoside*, dan *pelargonidin-3-O-glucoside*.

### **KANDUNGAN TOTAL FENOL DAN ANTOSIANIN PADA YOGURT DENGAN PENAMBAHAN PIGMEN ANTOSIANIN**

Senyawa fenol merupakan metabolit sekunder dengan satu cincin aromatik dan minimal satu gugus hidroksil, senyawa ini juga dapat berfungsi sebagai antioksidan yang dapat menangkal atau meredam dampak negatif oksidan dalam tubuh (Tungmunthum et al., 2018; Zulaikhah, 2017). Yogurt memiliki senyawa fenol yang pada umumnya adalah sebanyak 22,43 mg GAE/100g (Cho et al., 2020). Peningkatan jumlah senyawa fenol dalam yogurt dapat dilakukan dengan cara menambahkan sari ataupun bubur buah berpigmen antosianin.

Total fenol yang terdapat pada yogurt tidak berpengaruh pada keberadaan senyawa antosianin, sebab penambahan pigmen antosianin ke dalam yogurt bersifat pengayaan atau fortifikasi, dengan tujuan agar yogurt memiliki senyawa antosianin yang dapat berfungsi sebagai antioksidan. Mekanisme antosianin sebagai antioksidan adalah dengan

mendonorkan elektron dengan ion  $H^+$  (Tena et al., 2020). Total fenol dan kadar antosianin dalam yogurt sangat dipengaruhi oleh lama penyimpanan serta konsentrasi penambahan produk buah. Kandungan total fenol dan kadar antosianin tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan total fenol dan antosianin pada yogurt dengan penambahan buah berpigmen antosianin

Produk buah	Konsentrasi	Lama Penyimpanan (Hari)	Karakteristik Kimia		Referensi
			Total Fenol	Kadar Antosianin	
Jus <i>blueberry</i>	4,76% (v/v)	1	64,6 ± 0,6 µg GAE/g <sup>1</sup>	-	Dimitr ellou et al. (2020)
<i>Puree mulberry</i>	6% (b/v)	1	83,7 ± 2,9 mg GAE/100g <sup>1</sup>	-	Durm us et al. (2021)
		21	63,0 ± 4,2 mg GAE/100g <sup>1</sup>	-	
<i>Puree strawberry</i>	20%	0 minggu	27,4 mg GAE/100g <sup>1</sup>	5,29 mg/100g P3G <sup>2</sup>	Ścibisz et al. (2019)
		8 minggu	24,1 mg GAE/100g <sup>1</sup>	1,92 mg/100g P3G <sup>2</sup>	
<i>Puree Aroni a</i>	10% (b/v)	1	268,97 mg GAE/100g <sup>1</sup>	66,03 mg/100g	Bulgar u et al. (2021)
		15	156,47 mg GAE/100g <sup>1</sup>	18,12 mg/100g	

Keterangan: <sup>1</sup>) GAE= Gallic Acid Equivalent; <sup>2</sup>) P3G = Pelargonidin-3-Glucoside; “-” adalah data tidak ditemukan

Lama penyimpanan berpengaruh terhadap jumlah senyawa fenol dan antosianin. Semakin lama yogurt disimpan, maka terjadi penurunan jumlah fenol dan antosianin dalam yogurt. Penurunan jumlah fenol disebabkan oleh adanya interaksi antara protein dengan senyawa fenol, yang optimal pada titik isoelektrik kasein yaitu pada pH 4,6 (D.-H. Kim et al., 2019; Yazdi & Corredig, 2012).

Penurunan titik isoelektrik disebabkan oleh adanya aktivitas dari *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* selaku kultur starter dalam proses fermentasi yogurt.

Jumlah senyawa fenol dan kadar antosianin dalam yogurt juga dipengaruhi oleh konsentrasi jus yang ditambahkan, semakin tinggi konsentrasi produk buah maka jumlah senyawa fenol dan kadar antosianin dalam yogurt akan semakin tinggi. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Nguyen & Hwang (2016) yaitu, penambahan jus aronia sebanyak 3% dapat menghasilkan total fenol tertinggi pada yogurt yaitu sebesar 54,05 ± 1,43 mg GAE/g apabila dibandingkan dengan konsentrasi 1% (28,27 ± 1,20 mg GAE/g) dan 2% (41,30 ± 1,43 mg GAE/g).

Kadar antosianin dari yogurt dengan penambahan pigmen antosianin dapat mengalami penurunan selama penyimpanan berlangsung. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi stabilitas antosianin antara lain adalah aktivitas mikroba dan enzim (Ścibisz et al., 2019). Hasil aktivitas dari Bakteri Asam Laktat adalah enzim β-glikosidase yang dapat menghidrolisa gugus gula pada antosianin sehingga membentuk antosianidin yang bersifat tidak stabil, antosianidin memiliki sifat yang reaktif sehingga dapat dengan mudah bereaksi dengan enzim polifenol oksidase menyebabkan antosianidin teroksidasi (Marszałek et al., 2017; Riaz et al., 2016).

## PH DAN KEASAMAN (TAT) YOGURT DENGAN PENAMBAHAN PIGMEN ANTOSIANIN

Lama penyimpanan dan konsentrasi penambahan produk dapat mempengaruhi pH dan Total asam tertitrisasi (TAT) pada yogurt dengan penambahan pigmen antosianin. Berikut merupakan pH dan keasaman (TAT) pada yogurt dengan penambahan pigmen antosianin, yang terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan pH dan TAT pada yogurt dengan penambahan buah berpigmen antosianin

Pr oduk Buah	K onsentras i	La ma Penyimn anan (Hari)	Karakteristik		Ref erensi
			Kimia	T	
			pH	otal asam tertitrasi	
<i>Puree mulberry</i>	6% (b/v)	1	4,3 ± 0,1	-	Durmus et al. (2021)
		21	4,2 ± 0,1	-	
<i>Puree strawberry</i>	20%	0 Minggu	4,15	0,93% asam laktat	Sci bisz et al. (2019)
		8 Minggu	4,08	1,02% asam laktat	
Jus <i>blueberry</i>	4,76% (v/v)	1	4,76 ± 0,01	0,86 %± 0,01% asam laktat	Dimitrello u et al. (2020)
		28	4,37 ± 0,01	1,00 %± 0,0% asam laktat	
<i>Puree Aronia</i>	10% (b/v)	1	4,28 ± 0,03	85 ± 0,078 °T <sup>1</sup>	Bulgaru et al. (2021)
		15	4,22 ± 0,04	92 ± 0,080 °T <sup>1</sup>	

Keterangan: <sup>1)</sup> °T = 0,009 % asam laktat; “-” adalah data tidak ditemukan

Penambahan pigmen antosianin pada yogurt tidak berdampak pada penurunan pH dan peningkatan total asam tertitrasi. Di sisi lain pigmen antosianin sangat peka terhadap perubahan pH lingkungan, terutama pada kondisi pH rendah (asam) (Wahyuningsih et al., 2017). Dampak dari adanya penurunan pH pada pigmen antosianin terletak pada warna yang dihasilkan oleh yogurt, mengingat pigmen antosianin sensitif terhadap perubahan pH, maka perubahan warna selama penyimpanan tidak dapat dihindari. Ścibisz et al. (2019) juga menyatakan bahwa yogurt dengan penambahan *puree strawberry* sebanyak 20% mengalami penurunan intensitas warna merah karena degradasi pigmen antosianin selama penyimpanan.

Lama penyimpanan berdampak pada penurunan pH dan peningkatan total asam tertitrasi (TAT) yogurt dengan penambahan buah berpigmen antosianin, sehingga

menurunnya pH berkaitan dengan meningkatnya TAT pada yogurt. Hal tersebut disebabkan oleh adanya aktivitas BAL yang terjadi selama masa penyimpanan. Penurunan pH selama penyimpanan disebabkan oleh adanya aktivitas mikroflora, dimana terjadi proses pemecahan molekul-molekul protein (proteolitik) dan lemak (lipolitik) (Jakubowska & Karamucki, 2019). Aktivitas BAL dapat meningkatkan TAT selama proses penyimpanan akibat penurunan pH. Penurunan pH hingga mendekati titik isoelektrik (pH 4,6) akan menyebabkan *curding*. Laktosa yang terdapat pada susu akan digunakan oleh bakteri starter untuk melakukan proses fermentasi sehingga laktosa menjadi asam laktat (Suharto et al., 2016).

Penurunan pH juga dapat disebabkan oleh penambahan konsentrasi produk buah yang ditambahkan pada yogurt berpigmen antosianin. Cais-Sokolińska & Walkowiak-Tomczak (2021) dalam penelitiannya menambahkan jus elderberry pada yogurt dari konsentrasi 8,5% hingga 21,25% dan mendapatkan nilai pH dari 4,34 menjadi 4,18. Besarnya konsentrasi produk buah dapat berdampak pada TAT yogurt berpigmen antosianin. Peningkatan konsentrat delima dari 0,25%-1,5% menghasilkan nilai TAT sebesar 0,89 ± 0,01 menjadi 1,05 ± 0,05 (Hassanein et al., 2014)

## KESIMPULAN

Buah kelompok beri dapat dimanfaatkan dalam bentuk *puree* dan jus yang kemudian ditambahkan pada yogurt. Kandungan fenol dan antosianin yang tinggi dapat mempengaruhi sifat kimiawi dari yogurt yang dihasilkan. Lama penyimpanan dan konsentrasi penambahan produk buah berdampak pada kadar fenol dan kadar antosianin, sedangkan penambahan pigmen antosianin ke dalam yogurt tidak menyebabkan perubahan pada pH dan TAT. Penurunan nilai total fenol dan kadar antosianin selama masa

penyimpanan disebabkan oleh adanya interaksi antara senyawa polifenol dengan protein susu dan aktivitas Bakteri Asam Laktat (BAL). Penurunan pH dan peningkatan TAT pada yogurt dengan penambahan buah berpigmen antosianin disebabkan oleh adanya aktivitas BAL dalam memecah laktosa menjadi asam laktat. Adanya penurunan pH dapat berdampak pada warna yogurt berpigmen antosianin selama penyimpanan berlangsung. Semakin tinggi konsentrasi penambahan produk buah berpigmen antosianin, maka terjadi peningkatan TAT, total fenol dan kadar antosianin serta penurunan pH pada yogurt.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amaro, M., Ariyana, M. D., Handayani, B. R., Nazaruddin, Widyastuti, S., & Rahayu, T. I. (2021). Yogurt As A Functional Drink Development from Various Local Raw Materials Using *Eucheuma Spinosum* As Natural Stabilizer. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 913(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/913/1/012035>
- Aryana, K. J., & Olson, D. W. (2017). A 100-Year Review: Yogurt and other cultured dairy products. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 9987–10013. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12981>
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2019). Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan Nomor 34 Tahun 2019 Tentang Kategori Pangan. In *Badan Pengawas Obat dan Makanan*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). *SNI 2981: 2009 Tentang Yogurt*.
- Balik, A., Geçer, M. K., & Aslantaş, R. (2019). Diversity of biochemical content in fruits of some indigenous mulberry genotypes. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 43(1), 28–35. <https://doi.org/10.3906/tar-1806-69>
- Banerjee, U., Malida, R., Panda, R., Halder, T., & ... (2017). Variety of Yogurt and Its Health Aspects-a Brief Review. *International Journal of Innovative Practice and Applied Research*, 7(7), 56–66. [https://himhaldia.edu.in/wp-content/uploads/2020/journal\\_file/ijparv7.pdf#page=60](https://himhaldia.edu.in/wp-content/uploads/2020/journal_file/ijparv7.pdf#page=60)
- Bowling, B. L. (2014). *Homegrown Berries: Successfully Grow Your Own Strawberries, Raspberries, Blueberries, Blackberries, and More* (T. D. Chace (ed.)). Timber Press.
- Britannica, T. (2022). Physical Description Area. In *Encyclopedia Britannica*. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/plant/mulberry-plant>
- Bulgaru, V., Cuşmenco, T., Sandulachi, E., Macari, A., & Sturza, R. (2021). Evolution of Physico-chemical Indices and Functional Properties of Fruit Yogurt during Storage. *Acta Scientific Nutritional Health*, 5(9), 78–89. <https://doi.org/10.31080/asnh.2020.05.0923>
- Cais-Sokolińska, D., & Walkowiak-Tomczak, D. (2021). Consumer-perception, nutritional, and functional studies of a yogurt with restructured elderberry juice. *Journal of Dairy Science*, 104(2), 1318–1335. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18770>
- Chai, Z., Herrera-Balandrano, D. D., Yu, H., Beta, T., Zeng, Q., Zhang, X., Tian, L., Niu, L., & Huang, W. (2021). A comparative analysis on the anthocyanin composition of 74 blueberry cultivars from China. *Journal of Food Composition and Analysis*, 102, 104051. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104051>
- Cho, W. Y., Hwa, S. H., Yang, F., & Lee, C. H. (2020). Quality characteristics and antioxidant activity of yogurt containing raw omija and sugared omija during storage. *Journal of Chemistry*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/1274591>
- DeMan, J. M., Finley, J. W., Hurst, J. W., & Lee, C. Y. (2018). *Principles of Food Chemistry* (4th Ed). Springer International Publishing.
- Denev, P., Kratchanova, M., Petrova, I., Klisurova, D., Georgiev, Y., Ognyanov, M., & Yanakieva, I. (2018). Black chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) fruits and functional

- drinks differ significantly in their chemical composition and antioxidant activity. *Journal of Chemistry*, 2018, 1–11.  
<https://doi.org/10.1155/2018/9574587>
- Dimitrellou, D., Solomakou, N., Kokkinomagoulos, E., & Kandyliis, P. (2020). Yogurts supplemented with juices from grapes and berries. *Foods*, 9(9), 1–13.  
<https://doi.org/10.3390/foods9091158>
- Domínguez, R., Pateiro, M., Munekata, P. E. S., López, E. M. S., Rodríguez, A. J., Barros, L., & Lorenzo, J. M. (2021). Potential Use of Elderberry (*Sambucus nigra* L.) as Natural Colorant and Antioxidant in the Food Industry. A Review. *Foods*, 10(2713), 1–16.
- Durmus, N., Capanoglu, E., & Kilic-Akyilmaz, M. (2021). Activity and bioaccessibility of antioxidants in yoghurt enriched with black mulberry as affected by fermentation and stage of fruit addition. *International Dairy Journal*, 117, 105018.  
<https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.10501>
- Hassanein, A. M., Tawfic, E. A., & El-Shazly, H. A. M. (2014). Effect of concentrated pomegranate on probiotic yoghurt. *World Applied Sciences Journal*, 30(5), 567–574.  
<https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2014.30.05.14103>
- Jakubowska, M., & Karamucki, T. (2019). The effect of storage time and temperature on the quality of natural yoghurt. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica*, 18(4), 29–38.  
<https://doi.org/10.21005/asp.2019.18.4.04>
- Janurianti, N. M. D., Utama, I. M. S., & Gunam, I. B. W. (2021). Colour and Quality of Strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duch.) at Different Levels of Maturity. *SEAS (Sustainable Environment Agricultural Science)*, 5(1), 22–28.  
<https://doi.org/10.22225/seas.5.1.3166.22-28>
- Jurendić, T., & Ščetar, M. (2021). Aronia melanocarpa products and by-products for health and nutrition: A review. *Antioxidants*, 10(7), 1052.  
<https://doi.org/10.3390/antiox10071052>
- Karaaslan, N. M., & Yaman, M. (2018). Anthocyanin profile of strawberry fruit as affected by extraction conditions. *International Journal of Food Properties*, 20(3), S2313–S2322.  
<https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1368548>
- Kim, D.-H., Cho, W.-Y., Yeon, S.-J., Choi, S.-H., & Lee, C.-H. (2019). Effects of Lotus (*Nelumbo nucifera*) Leaf on Quality and Antioxidant Activity of Yogurt during Refrigerated Storage. *Food Science of Animal Resources*, 39(5), 792–803.  
<https://doi.org/10.5851/kosfa.2019.e69>
- Kim, I., & Lee, J. (2020). Variations in anthocyanin profiles and antioxidant activity of 12 genotypes of mulberry (*Morus* spp.) fruits and their changes during processing. *Antioxidants*, 9(3).  
<https://doi.org/10.3390/antiox9030242>
- Li, S., Ye, A., & Singh, H. (2021). Effects of seasonal variations on the quality of set yogurt, stirred yogurt, and Greek-style yogurt. *Journal of Dairy Science*, 104(2), 1424–1432.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2020-19071>
- Loveday, S. M., Sarkar, A., & Singh, H. (2013). Innovative yoghurts: Novel processing technologies for improving acid milk gel texture. *Trends in Food Science and Technology*, 33(1), 5–20.  
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.06.007>
- Marszałek, K., Woźniak, Ł., Kruszewski, B., & Skapska, S. (2017). The effect of high pressure techniques on the stability of anthocyanins in fruit and vegetables. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(2).  
<https://doi.org/10.3390/ijms18020277>
- Młynarczyk, K., Walkowiak-Tomczak, D., & Łysiak, G. P. (2018). Bioactive properties of *Sambucus nigra* L. As a functional ingredient for food and pharmaceutical industry. *Journal of Functional Foods*, 40, 377–390.  
<https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.11.025>
- Nguyen, L., & Hwang, E. (2016). Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Yogurt Supplemented with Aronia (*Aronia melanocarpa*) Juice. *Preventive*



- and Nutrition Food Science, 21(4), 330–337.  
<https://doi.org/10.11002/kjfp.2022.29.2.22>
- Okan, O. T., Deniz, I., Yayli, N., Şat, I. G., Öz, M., & Serdar, G. H. (2018). Antioxidant activity, sugar content and phenolic profiling of blueberries cultivars: A comprehensive comparison. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46(2), 639–652.  
<https://doi.org/10.15835/nbha46211120>
- Ornelas-Paz, J. D. J., Yahia, E. M., Ramírez-Bustamante, N., Pérez-Martínez, J. D., Escalante-Minakata, M. D. P., Ibarra-Junquera, V., Acosta-Muñiz, C., Guerrero-Prieto, V., & Ochoa-Reyes, E. (2013). Physical attributes and chemical composition of organic strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duch, Cv. Albion) at six stages of ripening. *Food Chemistry*, 138(1), 372–381.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.006>
- Priska, M., Peni, N., Carvalho, L., & Ngapa, Y. D. (2018). Review: Antosianin dan Pemanfaatannya. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 6(2), 79–97.
- Riaz, M., Zia-Ul-Haq, M., & Saad, B. (2016). Biosynthesis and Stability of Anthocyanins. In *Anthocyanins and Human Health: Biomolecular and therapeutic aspects* (pp. 71–86). Springer International Publishing.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-26456-1\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-26456-1_6)
- Ścibisz, I., Ziarno, M., & Mitek, M. (2019). Color stability of fruit yogurt during storage. *Journal of Food Science and Technology*, 56(4), 1997–2009.  
<https://doi.org/10.1007/s13197-019-03668-y>
- Sidor, A., & Gramza-michałowska, A. (2019). Qualitative Composition, Phenolic Profile and. In *Molecules* (Issue 24).
- Song, H. N., Ji, S. A., Park, H. R., Kim, H. H., & Hogstrand, C. (2018). Impact of various factors on color stability of fresh blueberry juice during storage. *Preventive Nutrition and Food Science*, 23(1), 46–51.  
<https://doi.org/10.3746/pnf.2018.23.1.46>
- Soni, R., Jain, N. K., Shah, V., Soni, J., Suthar, D., & Gohel, P. (2020). Development of probiotic yogurt: effect of strain combination on nutritional, rheological, organoleptic and probiotic properties. *Journal of Food Science and Technology*, 57(6), 2038–2050.  
<https://doi.org/10.1007/s13197-020-04238-3>
- Spinardi, A., Cola, G., Gardana, C. S., & Mignani, I. (2019). Variation of Anthocyanin Content and Profile Throughout Fruit Development and Ripening of Highbush Blueberry Cultivars Grown at Two Different Altitudes. *Frontiers in Plant Science*, 10(1045), 1–14.  
<https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01045>
- Suharto, E. L. S., Arief, I. I., & Taufik, E. (2016). Quality and antioxidant activity of yogurt supplemented with roselle during cold storage. *Media Peternakan*, 39(2), 82–89.  
<https://doi.org/10.5398/medpet.2016.39.2.82>
- Suraweera, D., & Wichchukit, S. (2020). Physico-chemical and rheological properties of plain yogurt made from goat's milk during refrigerated storage. *E3S Web of Conferences*, 187, 1–9.  
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202018704012>
- Taghavi, T., Patel, H., Akande, O. E., & Galam, D. C. A. (2022). Total Anthocyanin Content of Strawberry and the Profile Changes by Extraction Methods and Sample Processing. *Foods*, 11(8).  
<https://doi.org/10.3390/foods11081072>
- Tena, N., Martín, J., & Asuero, A. G. (2020). State of the art of anthocyanins: Antioxidant activity, sources, bioavailability, and therapeutic effect in human health. *Antioxidants*, 9(5), 451.  
<https://doi.org/10.3390/antiox9050451>
- Tolić, M.-T., Krbavčić, I. P., Vujević, P., Milinović, B., Jurčević, I. L., & Vahčić, N. (2017). Effects of Weather Conditions on Phenolic Content and Antioxidant Capacity in Juice of Chokeberries (*Aronia melanocarpa* L.). *Polish Journal of Food*

- and *Nutrition Sciences*, 67(1), 67–74.  
<https://doi.org/10.1515/pjfn-2016-0009>
- Tungmunnithum, D., Thongboonyou, A., Pholboon, A., & Yangsabai, A. (2018). Flavonoids and Other Phenolic Compounds from Medicinal Plants for Pharmaceutical and Medical Aspects: An Overview. *Medicines*, 5(3), 93.  
<https://doi.org/10.3390/medicines5030093>
- Veazie-Perkins, P., Thomas, A. L., Byers, P. L., & Finn, C. E. (2015). Fruit composition of elderberry (*Sambucus* spp.) genotype grown in oregon and missouri, USA. *Acta Horticulturae*, 1061, 219–224.  
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1061.24.Fruit>
- Vujanović, M., Majkić, T., Zengin, G., Beara, I., Tomović, V., Šojić, B., Đurović, S., & Radojković, M. (2020). Elderberry (*Sambucus nigra* L.) juice as a novel functional product rich in health-promoting compounds. *RSC Advances*, 10(73), 44805–44814.  
<https://doi.org/10.1039/d0ra09129d>
- Wahyuningsih, S., Wulandari, L., Wartono, M. W., Munawaroh, H., & Ramelan, A. H. (2017). The Effect of pH and Color Stability of Anthocyanin on Food Colorant. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 193(1), 12047.  
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/193/1/012047>
- Yazdi, S. R., & Corredig, M. (2012). Heating of milk alters the binding of curcumin to casein micelles. A fluorescence spectroscopy study. *Food Chemistry*, 132(3), 1143–1149.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.019>
- Zulaikhah, S. T. (2017). The Role of Antioxidant to Prevent Free Radicals in The Body. *Sains Medika*, 8(1), 39–45.  
<https://doi.org/10.26532/sainsmed.v8i1.1012>