

07. Pengaruh Suhu dan Waktu Pre-Heating pada Kualitas Fisik, Total Mikroba dan Organoleptik Susu Kolagen Sapi yang Dipasteurisasi Menggunakan Pulsed Electric Field

by Anugerah Dany Priyanto

Submission date: 09-Sep-2021 10:45AM (UTC+0700)

Submission ID: 1644231606

File name: 07._JKPTB_Agustus_2021_Vol_9_No_2.pdf (895.99K)

Word count: 5536

Character count: 31937

Pengaruh Suhu dan Waktu *Pre-Heating* pada Kualitas Fisik, Total Mikroba dan Organoleptik Susu Kolagen Sapi yang Dipasteurisasi Menggunakan *Pulsed Electric Field*

Anugerah Dany Priyanto^{1*}, Luqman Agung Wicaksono¹, Angky Wahyu Putranto²

¹ Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

² Jurusan Keteknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya

email: anugerahdany.tp@upnjatim.ac.id

RIWAYAT ARTIKEL

Disubmit 3 Juli 2021

Diterima 3 Juli 2021

Diterbitkan 3 Agustus 2021

KATA KUNCI

Susu; kolagen; *pulsed electric field*; *pre-heating*

ABSTRAK

Susu merupakan bahan pangan yang mudah rusak pada kualitas nutrisi dan mikrobiologi disebabkan karena penanganan yang kurang tepat. Saat ini minuman berkolagen menjadi produk komersial yang sedang berkembang. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu *pre-heating* terhadap kualitas fisik, mikrobiologi dan organoleptik susu yang diperkaya dengan hidrolisat kolagen sapi serta menentukan perlakuan terbaiknya. Rancangan Acak Lengkap (RAL) digunakan sebagai desain percobaan dengan variabel suhu (35, 45, 55 dan 65°C) dan waktu *pre-heating* (10, 20, 30 dan 40 menit). Penelitian menunjukkan terjadi interaksi ($P < 0.05$) antara kedua variabel terhadap parameter *total plate count* (TPC) dan organoleptik, akan tetapi tidak berpengaruh pada parameter viskositas dan stabilitas emulsi. Perlakuan terbaik diperoleh pada kondisi *pre-heating* dengan suhu 55°C dan waktu 30 menit. Beberapa karakteristik tersebut diantaranya viskositas 4.48 ± 0.08 cP, stabilitas emulsi $12.33 \pm 1.73\%$, TPC 3.299 ± 0.003 log cfu/ml dan nilai sensorinya meliputi rasa 4.33 ± 0.25 , aroma 4.15 ± 0.35 , mouthfeel 3.85 ± 0.63 serta warna 4.56 ± 0.05 . Harapannya dengan adanya penelitian ini menjadi sebuah inovasi dalam mengolah susu secara *non-thermal* yang diperkaya dengan hidrolisat kolagen sapi yang aman dan terjaga nutrisinya serta dapat diterima sensorinya.

doi: <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2021.09.02.05>

1. Pendahuluan

Susu merupakan cairan yang disekresikan oleh kelenjar *mammoe* dari berbagai macam mamalia seperti sapi, kambing, kerbau dan kuda. Menurut Organisasi Pangan dan Pertanian dunia yang dikenal dengan FAO menyatakan bahwa sebesar 83% susu komersial didominasi berasal dari susu sapi [1]. Susu merupakan *perishable food* yang artinya bahan pangan yang mudah rusak apabila tidak dilakukan proses pengolahan sebagai upaya pengawetannya. Kerusakan yang terjadi dapat disebabkan karena tingginya nutrisi susu yang juga merupakan sumber substrat bagi mikroorganisme yang mengkontaminasinya. Kontaminasi dapat menyebabkan menurun kualitasnya baik dari segi komposisi nutrisi, sifat fisik, dan organoleptiknya yang tentunya juga mempengaruhi keamanan produk apabila dikonsumsi. Beberapa ciri yang dapat dikenali secara

mudah apabila susu telah mengalami kerusakan seperti berbau asam, berlendir, rusaknya emulsi dengan ditandai terdapat dua bagian yang terpisah dan perubahan warna [2].

Pasteurisasi merupakan metode yang dikenal dalam industri pengolahan susu sebagai metode untuk membunuh mikroorganisme menggunakan suhu tinggi (*thermal*). Pasteurisasi *thermal* ini mengakibatkan terjadinya kerusakan komponen kimiawi seperti protein, vitamin, dan mineral, sehingga diperlukan teknologi pasteurisasi *non-thermal* yang aman, mempertahankan nutrisi dan atribut mutu lainnya [3]. *Pulsed Electric Field* (PEF) merupakan salah satu teknologi *non-thermal* yang memanfaatkan pulsa listrik tegangan tinggi untuk menciptakan proses elektroforasi pada membrane sel. Membrane sel yang rusak akibat proses *non-thermal* ini selanjutnya menjadi proses hilir yang telah banyak diteliti seperti proses biorefinery senyawa bioaktif (fenol, antosianin, karotenoid) dari limbah pangan dan non pangan, proses pengeringan, proses pembekuan, dehidrasi osmotik dan inaktivasi mikroorganisme patogen [4]-[8].

Pengolahan susu dengan PEF memiliki keunggulan yaitu mampu menurunkan aktivitas mikroorganisme dan menginaktivasi enzim, tanpa merubah sifat organoleptik pada susu [9]. Proses pasteurisasi susu secara *non-thermal* dengan PEF dengan kuat medan listrik 30 kV/cm juga mampu meningkatkan kandungan senyawa pentanal, heksanal dan nonanal daripada susu pasteurisasi dengan panas, sedangkan kandungan heptanal, dekanal dan semua metil keton lebih rendah jika tanpa pemanasan [10]. Oleh karena itu, disarankan untuk mengkombinasikan perlakuan PEF dengan pemanasan awal untuk lebih meningkatkan reduksi mikroorganisme dan inaktivasi enzim [9]. Pasteurisasi susu segar menggunakan PEF dengan tegangan sebesar 15.9 – 26.2 kV/cm yang sebelumnya dilakukan *pre-heating* 55°C selama 24 detik dapat menurunkan jumlah cemaran dari 3.43 log cfu/ml menjadi 2.82 – 2.12 log cfu/ml [11]. Namun demikian, perlu adanya kajian lebih lanjut mengenai suhu *pre-heating* dengan waktu yang tepat dengan harapan aroma matang didapatkan, akan tetapi masih dalam batas suhu yang tidak menyebabkan kerusakan komponen nutrisi. Penelitian dengan beberapa macam suhu dengan perlakuan termisasi (60°C selama 10 detik), pasteurisasi (65°C selama 30 menit) dan sterilisasi (110°C selama 10 menit) memberikan pengaruh yang nyata terhadap sifat sensoris yang dihasilkan [12]. PEF juga dapat dikombinasikan dengan panas diawal sebelum dilakukannya kejutan listrik yang disebut dengan *initial temperature pre-heating*. Penelitian mengenai kombinasi PEF dan variasi suhu *pre-heating* sebesar 4 – 55°C menunjukkan efektifitas terhadap penurunan *P. aeruginosa*, *E. coli*, *S. aureus* dan *L. innocua* [11].

Di sisi lain, produk susu komersial sering ditambahkan beberapa komponen lain dalam rangka komersialisasi, diversifikasi, dan pengembangan produk dalam suatu industri pengolahan susu sebagai upaya eksistensinya. Beberapa komponen yang difortifikasi seperti omega-3, prebiotik, probiotik, antioksidan, vitamin, dan mineral yang sebenarnya tidak terdapat pada susu atau pun mengganti dan menambah nutrisi susu merupakan usaha industri pangan sebagai strategi marketingnya. Di sisi lain, tren minuman diperkaya hidrolisat kolagen saat ini dikembangkan untuk memberikan efek yang nyata terhadap tingkat elastisitas dan kelembabaran kulit pada manusia jika dikonsumsi sebesar 2.5 – 5 gram tiap harinya [13].

Penambahan hidrolisat kolagen dapat meningkatkan sifat fungsional pada produk pangan. Hidrolisat kolagen merupakan bahan pangan yang tinggi akan kadar peptida. Peptida yang dikonsumsi secara rutin dapat meningkatkan aktivitas penghambatan *angiotensin-I converting enzyme* (ACE) pada tubuh manusia [14]. Akan tetapi, produk pangan yang diperkaya hidrolisat kolagen ini hanya sebatas pada produk minuman rasa buah dan belum adanya pengembangan pada produk komersial susu maupun penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, perlunya adanya penelitian mengenai penambahan kolagen pada susu pasteurisasi yang diolah menggunakan PEF untuk meningkatkan nilai tambah susu dan diversifikasi minuman berkolagen. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh perlakuan suhu dan waktu *pre-heating* terhadap kualitas fisik, mikrobiologi, dan sensori serta menentukan perlakuan terpilih pada susu yang dipasteurisasi menggunakan PEF

dari beberapa parameter yang diamati. Selain itu, adanya perlakuan *pre-heating* dengan waktu yang bervariasi menjadi suatu topik menarik untuk diamati dari parameter fisik, mikrobiologi dan organoleptik yang nantinya dapat memberikan manfaat dalam keilmuan teknologi pangan. Harapannya dengan adanya penelitian ini mampu menciptakan produk komersial yang mampu bersaing di pasaran, mengingat kepopuleran pasar mengenai minuman berkolagen sangat diminati.

2. Metode Penelitian

2.1. Alat

Alat untuk pasteurisasi susu sapi segar menggunakan mesin PEF yang dirancang dan difabrikasi sendiri dengan *treatment chamber* kapasitas 12 L berbentuk silinder yang dilengkapi dengan sistem pemanas *double jacket*. Sistem konfigurasi elektroda dan pengaduk mengadopsi dari desain PEF Putranto *et al* [8], dimana elektroda positif berada di silinder luar dan elektroda negatif berada di silinder dalam. Kedua elektroda silinder menggunakan material *stainless steel* yang aman untuk susu maupun bahan pangan lainnya. Pada bagian *hotplate magnetic stirrer* (Labinco, Netherlands) digunakan untuk mengolah kontrol susu pasteurisasi *Low Temperature Long Time* (LTLT). Peralatan yang digunakan dalam analisis yaitu timbangan analitik (Mettler Toledo, US), oven (Universal Oven UF55, Memmert GmbH + Co. KG, Germany), *micropipettes* (Socorex Acura 825, Swiss), *autoclave* (Hirayama HVE-85, Japan), *vortex mixer* (Gemmy VM-300, Taiwan), *biosafety cabinet* (Thermo Scientific, US), viscometer NDJ-85 rotor #1, cawan petri plastik (OneMed, Indonesia), lactodensimeter, bilik pencicip, lembar kuisioner evaluasi sensori, dan beberapa glassware seperti tabung reaksi, corong, *beaker glass* serta erlenmeyer.

2.2. Bahan

Susu sapi segar yang diperoleh dari SW Dairy Farm, Kletek, Sidoarjo dengan waktu pemerahan pukul 05.00 WIB. Komposisi bahan baku dalam proses pengolahan susu adalah bubuk hidrolisat kolagen sapi (Halavet, Turkey) dan gula pasir (Gulaku, Indonesia). Adapun bahan yang digunakan dalam analisis TPC adalah kapas, plastik wrap (*cling wrap*, Indonesia), dan *plate count agar* (Himedia M091, India). Selain itu, beberapa bahan analisis yang lain, seperti *methylene blue*, *phenolphthalein*, dan aluminium foil diperoleh dari Merck (Merck KGaA, Darmstadt, Germany); serta alkohol, H₂O₂, dan kertas saring whatman diperoleh dari Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA).

2.3. Rancangan Penelitian

Penelitian dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan mengamati pengaruh 2 variabel bebas yang digunakan, yakni suhu dan waktu *pre-heating*. Setiap variabel bebas memiliki 4 level, sehingga memiliki 16 macam perlakuan pada penelitian. Variabel suhu *pre-heating* yang digunakan adalah 35, 45, 55 dan 65 °C, sedangkan variasi waktu *pre-heating*nya adalah 10, 20, 30 dan 40 menit. Percobaan dilakukan sebanyak 2 kali ulangan dengan pengujian karakteristiknya sebanyak duplo.

2.4. Proses Pre-Heating yang Dilanjutkan Menggunakan PEF

Susu sapi segar dengan volume 2.5 L dimasukkan di dalam bejana pasteurisasi. Gula sebesar 3% (b/v) dan kolagen sebesar 2% (b/v) ditambahkan pada susu sapi segar sebelum dilakukan pasteurisasi. Pencampuran susu, gula dan kolagen dilakukan dengan pengadukan oleh *stirrer* di dalam bejana pasteurisasi sebesar 50 rpm dengan adanya pengaturan suhu yang telah ditentukan. Ketika suhu telah mencapai *set point* artinya suhu *pre-heating* dimulai waktu ke-0 dan lamanya *pre-heating* dihitung sebagai waktu *holding time* disertai dengan

adanya pengadukan. Kejut listrik dilakukan saat waktu *pre-heating* yang ditentukan telah selesai. Kondisi kejut listrik dilakukan dengan tegangan 18 kV/cm, frekuensi 8.197 kHz, lebar denyutan 66 μ s, dan waktu kejut listrik selama 2 menit.

2.5. Pengujian Karakteristik dan Analisis Data

Beberapa parameter, diantaranya adalah uji titik didih [15], uji alkohol [16], uji berat jenis [16], uji peroksidase [16], uji reduktase [16], pH dan *total plate count* (TPC) [17]. Susu yang telah dipasteurisasi diamati beberapa parameternya, yakni viskositas [18], stabilitas emulsi [19], TPC (*pre-heating* dan *pre-heating*+PEF) [17] dan evaluasi sensori. Evaluasi sensori dilakukan dengan memberikan sejumlah 75 ml tiap perlakuan pada panelis dengan kondisi dingin setelah masuk dalam lemari pendingin selama 12 jam. Atribut pada evaluasi sensori ini meliputi rasa, aroma, *mouthfeel*, dan warna dengan panelis sebanyak 30 orang dengan skala tingkat kesukaan yang digunakan yaitu 1-5 (sangat tidak suka-sangat suka). Hasil pengamatan semua parameter uji tersebut dianalisis secara statistik menggunakan Analisis Varians (ANOVA). Uji lanjut dilakukan apabila terjadi interaksi antar kedua variabel. Pengambilan perlakuan terbaik dari beberapa parameter menggunakan metode Zeleny.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Bahan Baku

Analisis bahan baku susu sapi segar dilakukan 3 jam setelah pemerahan dan dilakukan sebanyak 2 kali ulangan secara duplo dapat dilihat pada tabel **Tabel 1**. Dari tabel tersebut terlihat bahwa bahan baku susu sapi segar yang digunakan di penelitian ini masih dalam kondisi yang baik. Hal ini sesuai dengan SNI 3141.1:2011 tentang standar mutu susu sapi segar [20].

Tabel 1. Analisis bahan baku

Parameter	Karakteristik
Uji titik didih	Tidak ada gumpalan
Uji alkohol	negatif
Uji berat jenis	1.028 g/ml
Uji peroksidase	Negatif
Uji reduktase	Kelas 1
Uji pH	6.6
Uji Katalase	-
TPC	5.267 \pm 0.017 log cfu/ml

3.2. Kualitas Fisik

3.2.1. Viskositas

Rata-rata viskositas susu sapi segar yang dipasteurisasi dengan PEF akibat pengaruh waktu dan suhu *pre-heating* dapat dilihat di **Tabel 2** dan **Tabel 3**. **Tabel 2** terlihat bahwa perlakuan waktu *pre-heating* tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap viskositas susu sapi segar. Perlakuan PEF tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap viskositas susu [21]. Hal ini diduga karena waktu *pre-heating* yang diberikan tidak cukup mengubah sifat fisik susu. Selain itu, perubahan sifat fisik pada susu dengan pemberian treatment PEF lebih dipengaruhi oleh intensitas medan listrik dan suhu dibandingkan dengan waktu [22].

Tabel 2. Rata-rata viskositas susu yang dipasteurisasi dengan PEF akibat pengaruh waktu *pre-heating*

Waktu (menit)	Viskositas (cP)
10	4.67 ± 0.27 ^a
20	4.52 ± 0.27 ^a
30	4.59 ± 0.22 ^a
40	4.47 ± 0.35 ^a

Keterangan: Nilai yang didampingi huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata ($\alpha=0.05$).

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan suhu *pre-heating* memberikan pengaruh yang nyata terhadap viskositas susu sapi segar yang dipasteurisasi PEF. Perlakuan suhu dapat memberikan pengaruh terhadap konduktivitas elektrik, densitas, viskositas dan konduktivitas termal susu yang dipasteurisasi menggunakan PEF. Oleh karena distribusi medan listrik dan laju alir merupakan fungsi dari suhu, maka viskositas juga akan terpengaruh oleh perlakuan suhu *pre-heating* [23].

Tabel 3. Rata-rata viskositas susu yang dipasteurisasi dengan PEF akibat pengaruh suhu *pre-heating*

Suhu (°C)	Viskositas (cP)
35	4.88 ± 0.09 ^a
45	4.63 ± 0.13 ^b
55	4.49 ± 0.17 ^b
65	4.25 ± 0.13 ^c

Keterangan: Nilai yang didampingi huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata ($\alpha=0.05$).

3.2.2. Stabilitas Emulsi

Rata-rata stabilitas emulsi susu sapi segar yang dipasteurisasi dengan PEF akibat pengaruh waktu dan suhu *pre-heating* dapat dilihat di **Tabel 4** dan **Tabel 5**.

Tabel 4. Rata-rata stabilitas emulsi susu yang dipasteurisasi dengan PEF akibat pengaruh waktu *pre-heating*

Waktu (menit)	Stabilitas Emulsi (%)
10	20.83 ± 4.54 ^a
20	15.67 ± 5.41 ^b
30	17.50 ± 5.13 ^b
40	16.88 ± 5.73 ^b

Keterangan: Nilai yang didampingi huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata ($\alpha=0.05$).

Terlihat pada **Tabel 4** dan **Tabel 5** bahwa perlakuan waktu dan suhu *pre-heating* tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap stabilitas emulsi susu sapi segar. Stabilitas emulsi diamati dengan melihat pemisahan emulsi yang terjadi akibat sentrifugasi yang artinya semakin stabil suatu emulsi, maka supernatan yang terpisah semakin sedikit jumlahnya dan begitu juga sebaliknya. Tidak ada pengaruh signifikan perlakuan *pre-heating* baik waktu maupun suhu terhadap stabilitas emulsi [24]. Hal ini disebabkan karena globula lemak susu, baik ukuran maupun distribusinya tidak terpengaruh oleh perlakuan *pre-heating* dengan suhu rendah,

sehingga stabilitas emulsi relatif terjaga dengan baik. Selain itu, tidak ada perubahan ukuran distribusi globula lemak pada susu yang dikenal perlakuan *pre-heating* [25].

Tabel 5. Rata-rata stabilitas emulsi susu sapi segar yang dipasteurisasi dengan PEF akibat pengaruh suhu *pre-heating*

Suhu (°C)	Stabilitas Emulsi (%)
35	24.04 ± 0.91 ^a
45	16.21 ± 4.95 ^b
55	14.29 ± 3.83 ^b
65	16.33 ± 3.73 ^b

Keterangan: Nilai yang didampingi huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata ($\alpha=0.05$)

3.3. Total Mikroba dari Susu yang Diperkaya Hidrolisat Kolagen

Pada penelitian ini, pemberian suhu pemanasan awal (*pre-heating*) secara signifikan mampu menurunkan jumlah mikroorganisme patogen pada susu segar dan susu kolagen. Bahan susu segar yang digunakan dalam penelitian memiliki nilai TPC sebesar 5.267 ± 0.017 log cfu/ml. Nilai ini masih masuk dalam nilai TPC maksimal susu sapi segar sesuai dengan SNI 01-3141-1998 yaitu sebesar 6.00 log cfu/ml. Pada penelitian ini, nilai TPC susu kolagen akibat variasi perlakuan suhu pemanasan awal dan waktu pemanasan antara 5.255 ± 0.000 log cfu/ml hingga 2.488 ± 0.005 log cfu/ml (Tabel 6).

Berdasarkan nilai TPC pada Tabel 1, perlakuan pemberian pemanasan awal tanpa PEF hingga suhu 65°C selama 40 menit hanya mampu menghasilkan nilai TPC sebesar 3.512 ± 0.009 log cfu/ml atau mampu meninaktivasi mikroba sebesar 1.75 siklus log jika dibandingkan dengan sampel susu sapi segar. Namun pada kombinasi pemanasan awal 65°C selama 40 menit dan PEF mampu menurunkan mikroba patogen pada susu kolagen mencapai 2.488 ± 0.005 log cfu/ml atau mampu mengurangi mikroba sebesar 2.78 siklus log jika dibandingkan dengan susu segar tanpa perlakuan.

Tabel 6. Nilai TPC susu kolagen (log cfu/ml) terhadap metode pasteurisasi, variasi waktu dan suhu *pre-heating*

Metode pasteurisasi	Waktu (menit)	35 °C	45 °C	55 °C	65 °C
<i>Pre-heating</i>	10	5.255 ± 0.000^a	5.218 ± 0.019^a	5.130 ± 0.023^{ab}	4.985 ± 0.003^{bc}
	20	4.914 ± 0.008^{bc}	4.895 ± 0.004^{cd}	4.874 ± 0.492^{bc}	4.803 ± 0.005^{ab}
	30	4.736 ± 0.006^{cd}	4.568 ± 0.215^b	4.541 ± 0.004^{bc}	4.455 ± 0.011^{bc}
	40	4.615 ± 0.004^{cd}	4.544 ± 0.018^{bc}	4.525 ± 0.009^{bc}	3.512 ± 0.009^h
<i>Pre-heating</i> + PEF	10	4.498 ± 0.010^{de}	4.455 ± 0.718^e	4.423 ± 0.012^{ab}	4.312 ± 0.015^b
	20	4.484 ± 0.717^{bc}	4.423 ± 0.012^{ab}	4.369 ± 0.011^b	4.243 ± 0.018^b
	30	4.394 ± 0.006^b	4.371 ± 0.013^b	3.299 ± 0.003^d	3.498 ± 0.010^{cd}
	40	4.371 ± 0.013^b	4.322 ± 0.029^b	4.272 ± 0.010^d	2.488 ± 0.005^e

Keterangan : Nilai yang didampingi huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata ($\alpha=0.05$)

Berdasarkan hasil analisa statistik, terjadi perbedaan yang signifikan baik pada perlakuan pemanasan awal dengan pemanasan awal dan PEF terhadap variasi suhu dan waktu pemanasan awal seperti yang ditunjukkan dengan notasi disamping nilai TPC. Semakin tinggi suhu pemanasan maka nilai total mikroba pada susu kolagen semakin rendah. Hal ini dikarenakan mikroba patogen ketika di dalam susu tertutup di dalam senyawa protein [26]. Oleh karena itu, pemberian suhu pemanasan awal pada penelitian ini juga bertujuan untuk menghilangkan senyawa protein yang melindungi membrane sel mikroba di dalam susu [27]. Mengingat senyawa protein

mengalami denaturasi di atas suhu 50°C [28], maka proses elektroforasi dan pemecahan membran sel mikroba akan cepat terjadi ketika membran sel tidak tertutup oleh protein. Namun demikian pemberian suhu ini juga harus berada di bawah suhu denaturasi beberapa senyawa penting dalam susu seperti vitamin, antioksidan dan lain sebagainya yaitu maksimal suhu 70°C. hal ini bertujuan agar proses pemberian pemanasan awal tetap

Tabel 7. Perbandingan metode *non-thermal* terhadap penurunan mikroba pada susu

Bahan baku	Metode pasteurisasi <i>non-thermal</i>	Penurunan mikroba (log cycle)	Referensi
Susu segar	Pemanasan 65°C selama 30 menit	0.69	Penelitian sekarang
Susu segar	PEF dengan kuat medan listrik 18kV/cm, lebar pulsa 66 µs, frekuensi 8.197 kHz, waktu perlakuan 2 menit	0.72	Penelitian sekarang
Susu segar	Pemanasan dengan suhu 70±2°C selama 15 detik	1.2	[29]
Susu segar	PEF dengan kuat medan listrik 100 kV selama 1 menit		
Susu segar	Kombinasi pemanasan dengan suhu 70±2°C selama 15 detik dan PEF dengan kuat medan listrik 100 kV selama 1 menit	2.5	[29]
Susu segar	Pasteurisasi HTST pada suhu 78°C selama 15–20 detik	1.53	[30]
Susu skim	Pasteurisasi HPP dengan tekanan 400 MPa selama 15 menit	2.55	[30]
Susu skim	PEF 40 kV/cm, lebar pulsa 2.5 µs, frekuensi 10 Hz, jumlah pulsa 276, suhu pemanasan 65°C	2.5	[31]
Susu kolagen	Kombinasi pemanasan 65°C selama 40 menit dan diberikan PEF dengan kuat medan listrik, lebar pulsa 66 µs, frekuensi 8.197 kHz, kuat medan listrik 18kV/cm, waktu perlakuan 2 menit	2.8	Penelitian sekarang

dikategorikan sebagai perlakuan *non-thermal*.

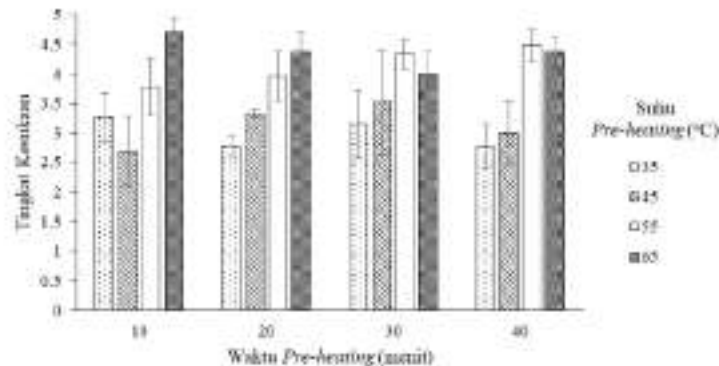
Jika dibandingkan dengan metode *non-thermal* lainnya, maka pemberian pemanasan awal dan PEF ini memiliki penurunan mikroba yang cukup baik seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7. Berdasarkan Tabel tersebut, perlakuan pasteurisasi menggunakan panas (*thermal process*) seperti LTLT (65°C selama 30 menit) dan HTST (70 ± 2°C selama 15 detik dan 78°C selama 15–20 detik) hanya mampu menurunkan mikroba masing-masing mencapai 0.69, 1.2 dan 1.53 siklus log. Perlakuan kombinasi antara pemanasan awal dan PEF mampu mereduksi mikroba sebesar 2.5 siklus log pada susu segar [29] dan 2.8 pada susu kolagen (penelitian sekarang). Namun demikian, nilai TPC terendah dalam penelitian ini dirasa masih kurang mampu menurunkan total mikroba hingga batas minimum seperti beberapa penelitian tentang pasteurisasi susu segar yang mampu mereduksi mikroba di atas 5 siklus log.

Oleh karena itu, diperlukan penelitian selanjutnya untuk melakukan beberapa kombinasi perlakuan *non-thermal* pada susu kolagen untuk meningkatkan reduksi mikroba hingga di atas 5 siklus log. Seperti yang telah

dilakukan oleh beberapa peneliti pada susu segar dan susu skim, dimana kombinasi PEF dan mikrofiltrasi [32]; dan kombinasi HTST dan UV [33]. Namun demikian, nilai penurunan mikroba mencapai 2.8 siklus log atau mencapai $2.488 \pm \log \text{ cfu/ml}$ pada penelitian ini dirasa sudah efektif dan juga telah sesuai dengan SNI 19-1502-1989 yaitu batas maksimal nilai TPC pada produk susu pasteurisasi sebesar $4.48 \log \text{ cfu/ml}$.

3.4. Karakteristik Organoleptik

3.4.1. Rasa



Gambar 1. Tingkat kesukaan panelis terhadap rasa susu yang diperkaya hidrolisat kolagen sapi hasil pasteurisasi menggunakan PEF dengan variasi suhu dan waktu *pre-heating*

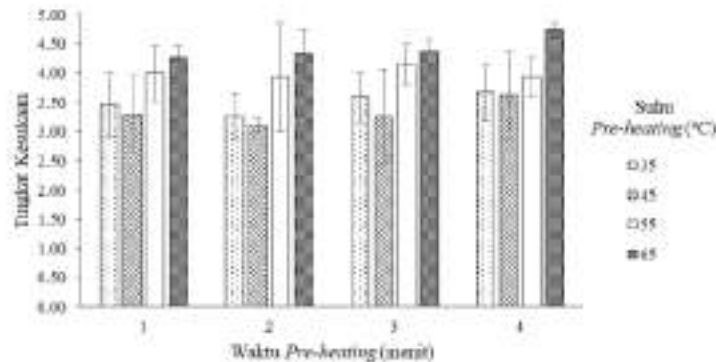
Secara umum tingkat kesukaan panelis terhadap rasa susu yang diperkaya hidrolisat kolagen sapi mengalami peningkatan seiring dengan lamanya waktu dan tingginya suhu *pre-heating* yang terlihat pada **Gambar 1**. Pengamatan secara statistik menunjukkan adanya pengaruh yang nyata antara kedua variabel yang diberikan pada susu pasteurisasi. Hal ini dapat disebabkan karena komponen *maillard* yang ada pada produk susu. Pembentukan komponen *flavour* yang kaya sangat dipengaruhi oleh reaksi *maillard* yang terjadi [34]. Komponen *maillard* dapat terbentuk pada suhu ruang yang akan semakin cepat reaksi pembentukannya pada suhu $40 \text{ }^\circ\text{C}$ dan terus meningkat dengan tingginya suhu dan waktu proses pengolahan yang semakin lama [35, 36].

3.4.2. Aroma

Parameter ini merupakan salah satu sifat sensori untuk mengevaluasi tingkat kesukaan terhadap bau-bauan yang dihirup oleh hidung. Karakter ini berkaitan dengan *flavour* yang dihasilkan, dimana *flavour* merupakan gabungan dari persepsi panelis terhadap rasa yang dirasakan oleh indera pengecap dan aroma yang diterima oleh indera penciuman. Rerata panelis terhadap aroma menunjukkan bahwa secara statistik semakin lama waktu dan tingginya suhu *pre-heating* berpengaruh terhadap tingkat kesukaan panelis, hal tersebut dijelaskan pada **Gambar 2**.

Hal ini sejalan dengan penelitian *Jo et al.* bahwa proses pengolahan susu dengan suhu tinggi lebih disukai oleh panelis [37]. Senyawa volatil turunan protein, lemak dan laktosa seperti furfural, sulfida, butanal dan lakton dapat menciptakan aroma matang (*cooked*) dan seperti telur (*eggy*) [38]. Fenomena tersebut yang memberikan penerimaan konsumen yang tinggi terhadap susu pasteurisasi. Secara umum kolagen protein hidrolisat telah terbukti menjadi bahan tambahan pada susu yang baik untuk meningkatkan kekerasan gel dan

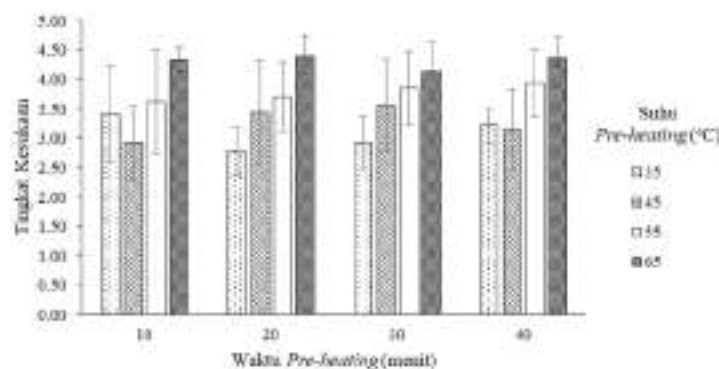
mengurangi sineresis sekaligus juga tidak mengubah rasa dan aroma pada produk susu fermentasi [39]. Oleh karena itu proses pasteurisasi menggunakan pemanasan awal dan PEF ini juga sangat cocok untuk susu yang diperkaya hidrolisat kolagen.



Gambar 2. Tingkat kesukaan panelis terhadap aroma susu yang diperkaya hidrolisat kolagen sapi hasil pasteurisasi menggunakan PEF dengan variasi suhu dan waktu *pre-heating*

3.4.3. Mouthfeel

Analisis data menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang nyata antara perlakuan suhu dan waktu *pre-heating* terhadap *mouthfeel* susu hasil pasteurisasi PEF. *Mouthfeel* didefinisikan sebagai sensasi yang timbul dari interaksi makanan yang bercampur dengan air liur yang ada di mulut selama proses pengunyahan [40]. Tingkat kesukaan panelis terhadap *mouthfeel* disebabkan karena fluiditas yang baik pada susu yang diolah dengan suhu *pre-heating* yang lebih tinggi dan hal tersebut terlihat pada **Gambar 3**.

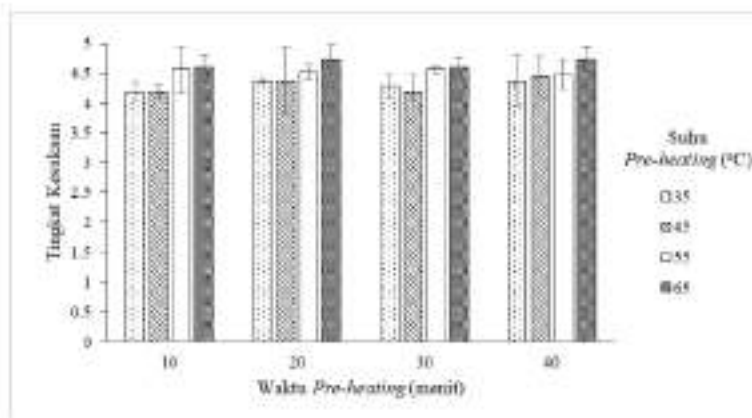


Gambar 3. Tingkat kesukaan panelis terhadap *mouthfeel* susu yang diperkaya hidrolisat kolagen sapi hasil pasteurisasi menggunakan PEF dengan variasi suhu dan waktu *pre-heating*

Fluiditas dipengaruhi oleh viskositas suatu cairan. Semakin tinggi suhu yang diperlakukan pada susu, maka semakin rendah viskositasnya [41]. Uji parameter fisik berupa viskositas menunjukkan semakin tinggi suhu dan waktu *pre-heating* menyebabkan nilai viskositas yang semakin rendah. Oleh karena itu, *mouthfeel* yang *creamy*, akan tetapi tidak terlalu pekat akan lebih disukai oleh panelis dibandingkan dengan yang terlalu berat di mulut. Hal tersebut dikarenakan karena kemudahannya untuk diminum dan tidak meninggalkan sisa pada bibir dan dinding-dinding di dalam mulut.

3.4.4. Warna

Hasil perhitungan rerata statistik pada parameter warna menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan waktu *pre-heating* tidak berpengaruh nyata. Pada **Gambar 4** menunjukkan histogram tingkat kesukaan panelis terhadap warna dan mengilustrasikan bahwa panelis tidak melihat perbedaan yang signifikan pada susu PEF dengan perlakuan variasi suhu dan waktu *pre-heating*. Hal ini mengindikasikan bahwa waktu *treatment* tidak menyebabkan adanya perubahan warna yang berdampak pada penampakan susu, sehingga warna masih dapat diterima yang terlihat pada semua skor di atas angka 4 yang artinya mendekati sangat suka.



Gambar 4. Tingkat kesukaan panelis terhadap warna susu yang diperkaya hidrolisat kolagen sapi hasil pasteurisasi menggunakan PEF dengan variasi suhu dan waktu *pre-heating*

4. Kesimpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa susu yang diperkaya hidrolisat kolagen sapi yang diberikan perlakuan *pre-heating* dengan suhu 55 °C selama 30 menit yang diteruskan dengan pasteurisasi menggunakan PEF menjadi perlakuan terbaik. Harapan dari penelitian ini menjadi suatu literasi bagi keilmuan teknologi pangan dan industri pangan mengenai pengolahan pasteurisasi kejut listrik khususnya pada produk susu yang diperkaya dengan hidrolisat kolagen sapi.

5. Ucapan Terima Kasih

Kegiatan penelitian ini merupakan program hibah dengan skema Riset Terapan (RISTER) yang sepenuhnya didanai oleh LPPM, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Terima kasih kepada Wildan Naufal Esfandiar, Almira Dinar Dhiny, Serly Safitri, Khorun Nisa, Johanna Imannuella dari Program Studi

Teknologi Pangan UPN "Veteran" Jawa Timur dan Ferina Tiara Safitri dari Program Studi Teknik Bioproses Universitas Brawijaya selaku tenaga lapangan yang telah membantu jalannya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Food and Agriculture Organization (FAO), *FAO Gateway to Dairy Production and Products*, <http://www.fao.org/dairy-production-products/production/en/>, Tanggal Akses 28 Februari 2021, 2018.
- [2] M. von Neubeck, C. Baur, M. Krewinkel, M. Stoeckel, B. Kranz, T. Stressler, and M. Wenning, "Biodiversity of Refrigerated Raw Milk Microbiota and Their Enzymatic Spoilage Potential", *International Journal of Food Microbiology*, Vol. 211, pp. 57-65, 2015.
- [3] P. Sharma, P. Bremer, I. Oey, and D. W. Everett, "Bacterial Inactivation in Whole Milk Using Pulsed Electric Field Processing", *International Dairy Journal*, Vol. 35 No. 1, pp. 49-56, 2014.
- [4] A. W. Putranto, B. D. Argo, and S. Wijana, "Green Pulsed Electric Field-Assisted Extraction Method of Total Carotenoid Carrot Pulp Using Olive Oil as Solvent", *Indonesian Green Technology Journal*, Vol. 3 No. 1, pp. 1-9, 2014.
- [5] N. Izza, S. R. Dewi, A. W. Putranto, D. R. Yuneri, dan M. Y. S. Dachy, "Ekstraksi Senyawa Fenol Daun Kenikir (*Cosmos caudatus*) dengan Pulse Electric Field (PEF)", *Jurnal Teknologi Pertanian*, Vol. 17 No. 2, pp. 91-96, 2016.
- [6] A. W. Putranto, S. R. Dewi, Y. Puspitasari, and F. A. Nuriah, *Optimization of Free Radical Scavenging Capacity and pH of *Hylocereus Polyrhizus* Peel by Response Surface Methodology*, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 131, 012051, 2018.
- [7] S. R. Dewi, N. Sumarni, N. Izza, A. W. Putranto, dan B. Susilo, "Studi Variasi Kuat Medan Listrik PEF dan Metode Pengeringan Bahan Terhadap Senyawa Antioksidan Ekstrak Daun Torbangun (*Coleus amboinicus* L.)", *Jurnal Keteknik Pertanian*, Vol. 7 No. 1, pp. 91-98, 2019.
- [8] A. W. Putranto, S. H. Abida, K. Adrebi, and A. Harianti, "Lignocellulosic Analysis of Corncob Biomass by Using Non-Thermal Pulsed Electric Field-NaOH Pretreatment", *Reaktor*, Vol. 20 No. 4, pp. 183-191, 2020.
- [9] O. Lasekan, S. Ng, S. Azeet, R. Shittu, L. Teah, and S. Gholivand, "Effect of Pulsed Electric Field Processing on Flavor and Color of Liquid Foods", *Journal of Food Processing and Preservation*, Vol. 41 No. 3, e12940, 2016.
- [10] S. Zhang, R. Yang, W. Zhao, X. HUA, W. Zhang, and Z. Zhang, "Influence of Pulsed Electric Field Treatments on The Volatile Compounds of Milk in Comparison with Pasteurized Processing". *Journal of Food Science*, Vol. 76, pp. 127-132, 2011.
- [11] P. Sharma, I. Oey, P. Bremer, and D. W. Everett, "Reduction of Bacterial Counts and Inactivation of Enzymes in Bovine Whole Milk Using Pulsed Electric Fields", *International Dairy Journal*, Vol. 39 No. 1, pp. 146-156, 2014.
- [12] Haq, M. Khaskell, M. Salman, M. Y. Marri, I. Ali, A. M. Marri, G. M. Lochi, F. A. Kiani, and F. Habeeb, "Effect of Heat Treatments on Sensory Characteristics and Shelf Life of Skimmed Milk", *African Journal of Food Science*, Vol. 8 No. 2, pp. 75-79, 2014.
- [13] E. Proksch, D. Segger, J. Degwert, M. Schunck, V. Zague, and S. Desser, "Oral Supplementation of Specific Collagen Peptides Has Beneficial Effects on Human Skin Physiology: A Double-Blind, Placebo-Controlled Study", *Skin Pharmacology and Physiology*, Vol. 27 No. 1, pp. 47-55, 2014.

- [14] A. D. Priyanto, A. W. Putranto, and J. L. Hsu, *The Potential of Various Seeds as Angiotensin-I Converting Enzyme Inhibitory Peptides Derived from Protein Hydrolysate: A Short Review*, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 733, 012130, 2021.
- [15] D. C. Dwitania, dan I. B. N. Swacita, "Uji Didih, Alkohol dan Derajat Asam Susu Sapi Kemasan yang Dijual di Pasar Tradisional Kota Denpasar", *Indonesian Medicus Veterinus*, Vol. 2 No. 4, pp. 437-444, 2013.
- [16] Badan Standardisasi Nasional (BSN). *Metoda Pengujian Susu Segar*, Jakarta: BSN, 1999.
- [17] H. Naghili, H. Tajik, K. Mardani, S. M. R. Rouhani, A. Ehsani, and P. Zare, "Validation of Drop Plate Technique for Bacterial Enumeration by Parametric and Nonparametric Tests", *Veterinary Research Forum*, Vol. 4 No. 3, pp. 179-183, 2013.
- [18] L. Zhao, M. Zhang, H. Wang, and S. Devahastin, "Effect of Carbon Dots in Combination with Aqueous Chitosan Solution on Shelf Life and Stability of Soy Milk", *International Journal of Food Microbiology*, Vol. 326, 108650, 2020.
- [19] P. S. Panesar, and C. Shinde, "Effect of Storage on Syneresis, pH, *Lactobacillus acidophilus* Count, *Bifidobacterium bifidum* Count of Aloe vera Fortified Probiotic Yoghurt", *Current Research in Dairy Sciences*, Vol. 4, pp. 17-23, 2012.
- [20] Badan Standardisasi Nasional (BSN). *SNI Susu Segar Bagian 1: Sapi*, Jakarta: BSN, 2011.
- [21] S. Michalac, I. Alvarez, and Q. H. Zhang, "Inactivation of Selected Microorganisms and Properties of Pulsed Electric Field Processed Milk", *Journal of Food Processing and Preservation*, Vol. 27, pp. 137-151, 2003.
- [22] Guerrero-Beltrán, D. R. Sepulveda, M. M. Góngora-Nieto, B. Swanson, and G. V. Barbosa-Cánovas, "Milk Thermization by Pulsed Electric Fields (PEF) and Electrically Induced Heat", *Journal of Food Engineering*, Vol. 100 No. 1, pp. 56-60, 2010.
- [23] A. Sobrino-López, and D. Martín-Belloso, "Potential of High-Intensity Pulsed Electric Field Technology for Milk Processing", *Food Engineering Reviews*, Vol. 2 No. 1, pp. 17-27, 2010.
- [24] L. Barsotti, E. Dumay, T. H. Mu, M. D. F. Diaz, and J. C. Cheftel, "Effects of High Voltage Electric Pulses on Protein-Based Food Constituents and Structures", *Trends in Food Science and Technology*, Vol. 12 No. 3-4, pp. 136-144, 2001.
- [25] L. E. Garcia-Amezquita, A. R. Primo-Mora, G. V. Barbosa-Cánovas, and D. R. Sepulveda, "Effect of Nonthermal Technologies on The Native Size Distribution of Fat Globules in Bovine Cheese-Making Milk", *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, Vol. 10 No. 4, pp. 491-494, 2009.
- [26] D. Duanis-Assaf, E. Kenan, R. Sionov, D. Steinberg, and M. Shemesh, "Proteolytic Activity of *Bacillus subtilis* upon κ -Casein Undermines its "Caries-Safe" Effect", *MDPI Microorganisms*, Vol. 8 No. 2, 2020.
- [27] L. P. Cappato, M. V. Ferreira, J. T. Guimaraes, J. B. Portela, A. L. Costa, M. Q. Freitas, R. L. Cunha, C. A. Oliveira, G. D. Mercali, L. D. F. Marzack, and A. G. Cruz, "Ohmic Heating in Dairy Processing: Relevant Aspects for Safety and Quality". *Trends in Food Science and Technology*, Vol. 62, pp.104-112, 2017.
- [28] O. D. Macej, S. T. Jovanovic, J. D. Denin, and Djurdjevic, "The Influence of High Temperatures on Milk Proteins", *Hemijska Industrija*, Vol. 56 No. 3, pp. 123-133, 2002.
- [29] L. C. Hawa, B. Susilo, dan N. E. Jayasari, "Studi Komparasi Inaktivasi *Escherichia Coli* dan Perubahan Sifat Fisik Pada Pasteurisasi Susu Sapi Segar Menggunakan Metode Pemanasan dan Tanpa Pemanasan dengan Kejut Medan Listrik", *Jurnal Teknologi Pertanian*, Vol. 12 No. 1, pp. 31-39, 2011.
- [30] M. Liepa, J. Zagorska, R. Galoburda, and S. Kostascuka, *Effect of High-Pressure Processing on Microbial Quality of Skimmed Milk*. Proceedings of The Latvian Academy of Sciences. Section B, vol. 72, no. 2, pp. 118-122, 2018.

- [31] D. Bermúdez-Aguirre, C. P. Dunne, and G. V. Barbosa-Cánovas, "Effect of processing parameters on inactivation of *Bacillus cereus* spores in milk using pulsed electric fields", *International Dairy Journal*, Vol. 19 No. 4, pp. 13-21, 2009.
- [32] M. Walking-Riberio, O. Rodríguez-González, S. Jayaram, and M. W. Griffiths, "Microbial Inactivation and Shelf Life Comparison of 'Cold' Hurdle Processing with Pulsed Electric Fields and Microfiltration, and Conventional Thermal Pasteurisation in Skim Milk", *International Journal of Food Microbiology*, Vol. 144 No. 3, pp. 379-386, 2011.
- [33] J. C. Cappozzo, T. Koutchma, and G. Barnes, "Chemical Characterization of Milk After Treatment with Thermal (HTST and UHT) and Nonthermal [Turbulent Flow Ultraviolet] Processing Technologies" *Journal of Dairy Science*, Vol. 98, pp. 5068-5079, 2015.
- [34] A. E. Newton, A. J. Fairbanks, M. Golding, P. Andrewes, and J. A. Gerrard, "The Role of The Maillard Reaction in The Formation of Flavour Compounds in Dairy Products – Not Only A Deleterious Reaction But Also A Rich Source of Flavour Compounds", *Food and Function*, Vol. 12 No. 3, pp. 1231-1241, 2012.
- [35] A. V. Sund, V. M. Rauh, J. Sørensen, and L. B. Larsen, "Maillard Reaction Progress in UHT Milk During Storage at Different Temperature Levels and Cycles", *International Dairy Journal*, Vol. 77, pp. 56-64, 2018.
- [36] J. Meltretter, J. Wüst, and M. Pischetsrieder, "Comprehensive Analysis of Nonenzymatic Post-Translational β -Lactoglobulin Modifications in Processed Milk by Ultrahigh-Performance Liquid Chromatography–Tandem Mass Spectrometry", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 61 No. 28, pp. 6971-6981, 2013.
- [37] Y. Jo, D. M. Benoist, D. M. Barbano, M. A. Drake, "Flavor and Flavor Chemistry Differences among Milk Processed by High-Temperature, Short-Time Pasteurization or Ultra-Pasteurization", *Journal of Dairy Science*, Vol. 101, Issue 5, 3812-3828, 2018.
- [38] E. B. Yeh, A. N. Schiano, Y. Jo, D. M. Barbano, and M. A. Drake, "The Effect of Vitamin Concentrates on The Flavor of Pasteurized Fluid Milk", *Journal of Dairy Science*, Vol. 100, pp. 4335-4348, 2017.
- [39] A. Znamirska, K. Szajnar, and M. Pawlos, "Probiotic Fermented Milk with Collagen", *MDPI Dairy*, Vol. 1, pp. 126-134, 2020.
- [40] G. Agorastos, E. V. Halsema, A. Bast, P. Klose, "Review of Mouthfeel Classification. A New Perspective of Food Perception", *Journal of Food Science and Nutrition*, Vol. 107, 2020.
- [41] M. Y. Khalifa, and M. A. Ghanimah, "Studies on Fluid Milk Viscosity as Affected by Some Factors", *Journal of Biological Chemistry and Environmental Science*, Vol. 8 No. 2, pp. 57-66, 2013.

07. Pengaruh Suhu dan Waktu Pre-Heating pada Kualitas Fisik, Total Mikroba dan Organoleptik Susu Kolagen Sapi yang Dipasteurisasi Menggunakan Pulsed Electric Field

ORIGINALITY REPORT

15%

SIMILARITY INDEX

%

INTERNET SOURCES

%

PUBLICATIONS

15%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to University of College Cork Student Paper	2%
2	Submitted to Aristotle University of Thessaloniki Student Paper	1%
3	Submitted to Tunghai University Student Paper	1%
4	Submitted to The Hong Kong Polytechnic University Student Paper	1%
5	Submitted to University of West London Student Paper	1%
6	Submitted to University of Auckland Student Paper	1%
7	Submitted to Central Queensland University Student Paper	1%
8	Submitted to CSU, Long Beach Student Paper	1%

9	Submitted to Universitas Diponegoro	1 %
<hr/>		
10	Submitted to King's College	1 %
<hr/>		
11	Submitted to Monash University	<1 %
<hr/>		
12	Submitted to Bath Spa University College	<1 %
<hr/>		
13	Submitted to University of Sheffield	<1 %
<hr/>		
14	Submitted to University of South Australia	<1 %
<hr/>		
15	Submitted to iGroup	<1 %
<hr/>		
16	Submitted to Massey University	<1 %
<hr/>		
17	Submitted to Universitas Jenderal Soedirman	<1 %
<hr/>		
18	Submitted to University of Greenwich	<1 %
<hr/>		
19	Submitted to CSU, Pomona	<1 %
<hr/>		
20	Submitted to University of Florida	<1 %

21	Submitted to University of Melbourne Student Paper	<1 %
22	Submitted to South Dakota Board of Regents Student Paper	<1 %
23	Submitted to Universidade Estadual de Campinas Student Paper	<1 %
24	Submitted to Royal Agricultural College Student Paper	<1 %
25	Submitted to Sheffield Hallam University Student Paper	<1 %
26	Submitted to Dubai American Academy Student Paper	<1 %
27	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Student Paper	<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off