

Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin
 Volume 2, Nomor 3, 2024, Halaman 346-353
 Licenced by CC BY-SA 4.0
 E-ISSN: [2986-6340](https://doi.org/10.5281/zenodo.12637025)
 DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.12637025>

Pengaruh Penambahan Minyak Jagung pada Pembuatan Keju Olahan (Sliced Cheese) dengan koagulan Getah Pepaya Kering Terhadap Jumlah Total Yeast, Bakteri, dan Kapang

Aghisna Dwi Lathifa¹, Wendry Setiyadi Putranto², Eka Wulandari³

^{1,2,3}Program Studi Ilmu Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran

• Email Korespondensi: aghisna20002@mail.unpad.ac.id

Abstrak

Keju olahan adalah produk keju yang mengalami proses pengembangan lebih lanjut dari satu atau lebih jenis *fresh cheese* dengan tujuan memperpanjang masa simpan dan mengembangkan jenis keju baru. Minyak jagung mengandung asam lemak jenuh, asam lemak tak jenuh, dan senyawa fenolik yang dapat menghambat proses pertumbuhan mikroba. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan minyak jagung pada pembuatan keju olahan (*sliced cheese*) dengan koagulan getah pepaya kering terhadap jumlah total yeast, bakteri, dan kapang. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap/RAL (*Completely Randomized Design*), terdiri atas 4 perlakuan konsentrasi minyak jagung ($P_0 = 0\%$, $P_1 = 5\%$, $P_2 = 10\%$, $P_3 = 15\%$) yang dimana masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 ulangan. Data jumlah total yeast, bakteri, dan kapang dianalisis menggunakan uji sidik ragam dan uji lanjut Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan minyak jagung sebesar 15% pada pembuatan keju olahan (*sliced cheese*) berpengaruh nyata lebih rendah pada jumlah total yeast yaitu sebesar $0,59 \times 10^3$ cfu/g dan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah total bakteri dan kapang.

Kata Kunci: Keju Olahan, Minyak Jagung, Yeast, Bakteri, Kapang.

Abstract

*Processed cheese is a cheese product made from one or more types of fresh cheese that undergoes further processing to extend shelf life and develop new cheese varieties. Corn oil contains saturated fatty acids, unsaturated fatty acids, and phenolic compounds that can inhibit microbial growth. This study aims to determine the effect of corn oil addition in making sliced cheese with dried papaya latex coagulant on the total of yeast, bacteria, and mold. This study was conducted experimentally using a Completely Randomized Design (CRD), consisting of 4 treatments of corn oil concentration ($P_0 = 0\%$, $P_1 = 5\%$, $P_2 = 10\%$, and $P_3 = 15\%$), where each treatment was repeated as many as 5 replicates. Data on the total of yeast, bacteria, and mold were analyzed using the variance test and Duncan's further test. The results showed that the addition of corn oil at 15% in the manufacture of processed cheese (*sliced cheese*) had a significantly lower effect on the total yeast count of 0.59×10^3 cfu/g and no significant effect on the total bacteria and mold.*

Keywords: Processed Cheese, Corn Oil, Yeast, Bacteria, Mold.

Article Info

Received date: 15 May 2024

Revised date: 19 Juni 2024

Accepted date: 25 Juni 2024

PENDAHULUAN

Susu merupakan salah satu sumber protein hewani yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Umumnya, susu yang dikonsumsi manusia berasal dari ternak, seperti kambing, kerbau, unta, dan ternak lainnya. Namun, susu hewani yang paling digemari adalah susu sapi. Nilai gizi pada susu sapi rata-rata memiliki kandungan air sebanyak 84–90%, bahan padat 10–16%, lemak 2,6–6%, protein 2,8–4%, laktosa 4,5–5,2%, dan mineral sebanyak 0,6–0,8% (Muchtadi, 2019). Susu memiliki sifat yang mudah rusak, sehingga diperlukan proses pengolahan untuk memperpanjang masa simpan, mempermudah penyimpanan susu, dan memperbanyak variasi. Keju merupakan salah satu produk olahan susu yang memiliki kandungan nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh manusia. Keju diperoleh dari proses koagulasi susu dan pemisahan *whey*. Keju dapat diolah lebih lanjut dengan melakukan pencampuran *fresh cheese* dengan susu skim, mentega, agen pengemulsi, air, garam, pewarna makanan, dan bahan tambahan lainnya disertai dengan pemanasan dan pengadukan yang konstan, agar menghasilkan produk yang seragam, lentur, dan memiliki masa simpan lebih lama atau biasa disebut dengan keju olahan (*processed cheese*). Keju olahan (*processed cheese*) memiliki tekstur yang

lembut, kompak, bebas dari lubang-lubang gas, dan dengan pemanasan akan mencair tanpa adanya pemisahan antara fase lemak dan fase protein (Dewi, 2007).

Dalam proses pembuatan keju segar (*fresh cheese*), terdapat tahapan yang sangat penting yaitu koagulasi. Proses koagulasi membutuhkan agen koagulan, berupa enzim, asam, dan bantuan aktivitas bakteri asam laktat (Esteves et al., 2003). Getah pepaya kering dapat digunakan sebagai enzim dalam produksi keju sebagai pengganti renet. Papain adalah enzim proteolitik yang dapat menghidrolisis asam amino (Amri & Mamboya, 2012). Enzim papain tahan terhadap suhu tinggi dan asam. Namun, papain memiliki kelemahan yaitu adanya rasa pahit yang dapat mengurangi cita rasa (Tewari et al., 2018). Enzim papain memerlukan substrat protein (polipeptida) yang nantinya akan menghidrolisis ikatan-ikatan peptida. Enzim papain memiliki stabilitas dan tajam dalam larutan dengan pH 5 dan suhu 70°C (Bahari et al., 2020). Penggunaan enzim papain sebanyak 0,21% dapat menghasilkan keju dengan rendemen sebanyak 14,44% (Pulungan et al., 2020).

Dalam pembuatan keju dilakukan penambahan garam pengemulsi yang berfungsi untuk mengemulsikan lemak, mengontrol dan menstabilkan pH, dan menghilangkan kalsium dari sistem protein. Garam pengemulsi dapat menghasilkan tekstur keju yang homogen, sehingga keju yang dihasilkan memiliki kualitas fisik dan kimia yang baik dan tidak mudah hancur atau lengket saat diiris (Raisanti et al., 2022). Penambahan natrium sitrat pada proses pembuatan keju adalah sebagai pengemulsi yang mampu mencegah pemisahan protein dan lemak dengan mengubah globula lemak menjadi lebih kecil, serta melarutkan protein keju dan mengikat air (McSweeney, 2007). Lemak berperan besar dalam tekstur dan cita rasa produk makanan, salah satunya adalah keju (Eswarapragada et al., 2010). Penggunaan minyak nabati dapat meningkatkan rasa dan tekstur keju rendah lemak (Bachmann, 2001).

Salah satu sumber asam lemak nabati yang dapat digunakan adalah minyak jagung. Minyak jagung tersusun atas trigliserida, yaitu gabungan dari gliserol dan asam-asam lemak. Sekitar 98,6% minyak jagung terdiri dari trigliserida, sedangkan sisanya adalah bahan lain seperti abu, zat warna, dan lilin. (Ketaren, 1996). Asam lemak yang menyusun minyak jagung terdiri dari asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Jumlah asam lemak jenuh dalam minyak jagung sekitar 13%, asam lemak tak jenuh tunggal 25%, dan asam lemak tak jenuh ganda 62% (Marcus, 2013). Golongan asam lemak jenuh tersebut adalah asam palmitat berjumlah 8-12% dan asam stearat berjumlah 2,5-4,5% (Dwiputra et al., 2015). Asam lemak tak jenuh merupakan komponen utama trigliserida yang menyusun minyak jagung, yaitu sebesar 87%, diantaranya asam oleat berjumlah 19-49% dan asam linoleat berjumlah 34-62% (Dwiputra et al., 2015). Minyak jagung mengandung senyawa fenolik yang memiliki kemampuan sebagai antioksidan, antiinflamasi, antiproliferasi, antimutagenik, dan antimikroba (Shahidi & Ambigaipalan, 2015).

MATERI DAN METODE

Pembuatan *Processed Cheese*

Pembuatan keju dilakukan dengan menggunakan metode Caric et al., (1985). Susu sapi segar dipasteurisasi dengan metode *High Temperature Short Time (HTST)* pada suhu 72°C selama 15 detik. Selanjutnya, susu ditambahkan papain dengan konsentrasi 0,1%, CaCl₂ dengan konsentrasi 0,4%, dan asam sitrat sebanyak 0,05%. Lalu, dilakukan pengadukan agar tercampur rata dan didiamkan agar terjadi proses koagulasi (penggumpalan) dan terbentuk *curd*. *Curd* disaring agar terpisah dengan *whey*. *Whey* yang dihasilkan dari penyaringan *curd* dibuang. *Fresh cheese* kemudian ditimbang dan disimpan. Tahap awal pembuatan *processed cheese* adalah pencampuran menggunakan blender antara *fresh cheese*, air, asam sitrat, natrium sitrat, minyak jagung, NaCl (Natrium klorida), dan STPP (*Sodium Tripolyphosphate*). Minyak jagung ditambahkan dengan tingkat konsentrasi P1 (5%), P2 (10%), dan P3 (15%). Setelah itu, dilakukan proses pemanasan dengan teknik *double boiling* pada suhu 100°C dan dilakukan pengadukan selama 2 menit. Kemudian keju dicetak dan dikemas dengan *aluminium foil*, lalu dimasukkan ke dalam kulkas selama 5 jam.

Pengujian Jumlah Total Yeast

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan metode *spread plate* merujuk pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 2897:2008, tahapan pertama dilakukan pembuatan media dengan melarutkan MEA (*Malt Extract Agar*) sebanyak 67,15 gram dalam 1 liter akuades. Kemudian, media dipanaskan sambil diaduk hingga larutan homogen. Dilakukan sterilisasi peralatan dan media menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 15 menit. Setelah itu, sebanyak

15 mL media MEA yang sudah didinginkan sebelumnya hingga mencapai suhu 45-50°C, dituangkan ke dalam cawan petri steril.

Sebanyak 1 gram sampel keju yang sudah dihaluskan dengan menggunakan alu dan mortar diambil dan ditambahkan pada 9 mL larutan NaCl fisiologis dalam tabung reaksi kemudian dihomogenkan menggunakan *mixer vortex* (10^{-1}). Sebanyak 1 mL suspensi pengenceran 10^{-1} diambil dan dimasukkan dalam 9 mL NaCl fisiologis (10^{-2}). Prosedur yang sama terus dilakukan hingga jumlah pengenceran yang diinginkan (10^{-3}).

Setelah sampel dilakukan pengenceran, kemudian sampel diambil sebanyak 0,1 mL dan dituangkan pada cawan petri steril berisi media MEA secara duplo. Selanjutnya lakukan inkubasi pada suhu 25°C selama 5 hari dengan meletakkan cawan pada posisi terbalik. Total *yeast* dihitung dengan rumus perhitungan (BAM, 2001):

$$N = \frac{\sum C}{[(1 \times n_1) + (0,1 \times n_2)] \times (d)}$$

Keterangan :

N : Jumlah koloni *yeast* per gr produk (Cfu/g)

$\sum C$: Jumlah total koloni pada semua *plate* (10-150)

n_1 : Jumlah *plate* pada perhitungan pengenceran pertama

n_2 : Jumlah *plate* pada perhitungan pengenceran kedua

d : Pengenceran pertama yang memenuhi ketentuan (10-150)

1. Pengujian Jumlah Total Bakteri

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan metode *spread plate* merujuk pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 2897:2008, tahapan pertama dilakukan pembuatan media dengan melarutkan NA (*Nutrient Agar*) sebanyak 28 gram dalam 1 liter akuades. Kemudian, media dipanaskan sambil diaduk hingga larutan homogen. Dilakukan sterilisasi peralatan dan media menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 15 menit. Setelah itu, sebanyak 15 mL media NA yang sudah didinginkan sebelumnya hingga mencapai suhu 45-50°C, dituangkan ke dalam cawan petri steril.

Sebanyak 1 gram sampel keju yang sudah dihaluskan dengan menggunakan alu dan mortar diambil dan ditambahkan pada 9 mL larutan NaCl fisiologis dalam tabung reaksi kemudian dihomogenkan menggunakan *mixer vortex* (10^{-1}). Sebanyak 1 mL suspensi pengenceran 10^{-1} diambil dan dimasukkan dalam 9 mL NaCl fisiologis (10^{-2}). Prosedur yang sama terus dilakukan hingga jumlah pengenceran yang diinginkan (10^{-5}).

Setelah sampel dilakukan pengenceran, kemudian sampel diambil sebanyak 0,1 mL dan dituangkan pada cawan petri steril berisi media NA secara duplo. Selanjutnya lakukan inkubasi pada suhu 36°C selama 24 jam dengan meletakkan cawan pada posisi terbalik. Total bakteri dihitung dengan rumus perhitungan (BAM, 2001):

$$N = \frac{\sum C}{[(1 \times n_1) + (0,1 \times n_2)] \times (d)}$$

Keterangan :

N : Jumlah koloni bakteri per gr produk (Cfu/g)

$\sum C$: Jumlah total koloni pada semua *plate* (25-250)

n_1 : Jumlah *plate* pada perhitungan pengenceran pertama

n_2 : Jumlah *plate* pada perhitungan pengenceran kedua

d : Pengenceran pertama yang memenuhi ketentuan (25-250)

2. Pengujian Jumlah Total Kapang

Pengujian kapang dilakukan dengan menggunakan metode *spread plate* merujuk pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 2897:2008, tahapan pertama dilakukan pembuatan media dengan melarutkan PDA (*Potato Dextrose Agar*) sebanyak 39 gram dalam 1 liter akuades. Kemudian, media dipanaskan sambil diaduk hingga larutan homogen. Dilakukan sterilisasi peralatan dan media menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 15 menit. Setelah itu, sebanyak 15 mL media PDA yang sudah didinginkan sebelumnya hingga mencapai suhu 45-50°C, dituangkan ke dalam cawan petri steril.

Sebanyak 1 gram sampel keju yang sudah dihaluskan dengan menggunakan alu dan mortar diambil dan ditambahkan pada 9 mL larutan NaCl fisiologis dalam tabung reaksi kemudian dihomogenkan menggunakan *mixer vortex* (10^{-1}). Sebanyak 1 mL suspensi pengenceran 10^{-1} diambil

dan dimasukkan dalam 9 mL NaCl fisiologis (10^{-2}). Prosedur yang sama terus dilakukan hingga jumlah pengenceran yang diinginkan (10^{-2}).

Setelah sampel dilakukan pengenceran, kemudian sampel diambil sebanyak 0,1 mL dan dituangkan pada cawan petri steril berisi media PDA secara duplo. Selanjutnya lakukan inkubasi pada suhu 25°C selama 5 hari dengan meletakkan cawan pada posisi terbalik. Total kapang dihitung dengan rumus perhitungan (BAM, 2001):

$$N = \frac{\sum C}{[(1 \times n_1) + (0,1 \times n_2)] \times (d)}$$

Keterangan :

N : Jumlah koloni kapang per gr produk (Cfu/g)

$\sum C$: Jumlah total koloni pada semua *plate* (10-150)

n_1 : Jumlah *plate* pada perhitungan pengenceran pertama

n_2 : Jumlah *plate* pada perhitungan pengenceran kedua

d : Pengenceran pertama yang memenuhi ketentuan (10-150)

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap/RAL (*Completely Randomized Design*), terdiri atas empat perlakuan konsentrasi minyak jagung yang dimana masing-masing perlakuan diulang sebanyak lima ulangan. Perlakuan dilakukan dengan penambahan konsentrasi minyak jagung pada pembuatan keju olahan (0%; 5%; 10%; 15%). Jika terdapat perbedaan, dilakukan uji lanjut Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Total Yeast Keju Olahan (*Sliced Cheese*)

Pengujian jumlah total yeast sangat penting untuk mengetahui kualitas keju, karena jumlah total yeast dapat berpengaruh terhadap masa simpan, tekstur, dan nilai *water activity* a_w pada keju. Nilai rata-rata total yeast keju olahan (*sliced cheese*) pada P0 (tanpa penambahan minyak jagung), P1 (5%), P2 (10%), dan P3 (15%) secara berurutan adalah $12,5 \times 10^3$ cfu/g, $6,1 \times 10^3$ cfu/g, $8,98 \times 10^3$ cfu/g, dan $0,59 \times 10^3$ cfu/g. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa P0 (tanpa penambahan minyak jagung), P1 (5%), P2 (10%), dan P3 (15%) berpengaruh nyata (*significant*) ($P < 0,05$) terhadap nilai total yeast. Kemudian, dilakukan pengujian jarak berganda Duncan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan penambahan minyak jagung pada proses pembuatan keju olahan (*sliced cheese*) dengan menggunakan koagulan getah pepaya kering. Uji jarak berganda Duncan menunjukkan bahwa nilai total yeast pada keju olahan (*sliced cheese*) perlakuan tanpa penambahan minyak jagung (P0) berbeda nyata dengan perlakuan penambahan minyak jagung 5% (P1) dan 15% (P3), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan penambahan minyak jagung 10% (P2). Perlakuan penambahan minyak jagung 15% (P3) memiliki nilai total yeast yang berbeda nyata lebih rendah dengan P0 (tanpa penambahan minyak jagung), P1 (5%), dan P2 (10%).

Tabel 1. Total Yeast Keju Olahan (*Sliced Cheese*) pada Berbagai Perlakuan

		Total Yeast			
Perlakuan		P0	P1	P2	P3
		($\times 10^3$ cfu/g)			
Ulangan	1	10,64	5,09	1,56	0,53
	2	12,27	4,64	1,25	0,42
	3	12,96	6,23	5,18	0,58
	4	9,73	6,09	4,36	0,54
	5	16,86	8,45	7,23	0,90
Rata-rata		12,5 ^c	6,1 ^b	8,98 ^{bc}	0,59 ^a

Keterangan :

P0 = Tanpa penambahan minyak jagung

P1 = Penambahan minyak jagung 5%

P2 = Penambahan minyak jagung 10%

P3 = Penambahan minyak jagung 15%

Penambahan minyak jagung pada proses pembuatan keju memberikan pengaruh nyata terhadap nilai total *yeast*, hal ini disebabkan karena minyak jagung mengandung asam lemak jenuh, diantaranya asam palmitat (C16:0) 9%-14%, asam laurat (C12:0) dan asam miristat (C14:0) kurang dari 0,3% (SNI 3394.1: 1998). Asam laurat pada konsentrasi 20 µg/ml memiliki kemampuan untuk menghambat *Fusarium oxysporum* yang tumbuh pada permukaan keju. Asam miristat dan palmitat dapat menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* dan *Fusarium avenaceum* yang tumbuh pada permukaan keju dengan konsentrasi 40 µg/ml, tetapi memiliki sifat reversibel (Altieri *et al.*, 2009).

Selain itu, minyak jagung mengandung asam lemak tak jenuh, salah satunya adalah asam linoleat sebesar 34%-65,6% (SNI 3394.1: 1998). Asam linoleat pada roti *sourdough* yang difermentasi oleh *Lactobacillus hammesii* DMS 16381 memiliki kemampuan untuk meningkatkan produksi asam *coriolic* dan *ricinoleic*. Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh adanya aktivitas enzim lipoksigenase (Black *et al.*, 2013). Substrat utama dari enzim lipoksigenase adalah asam linoleat dan asam linolenat yang merupakan komponen utama dari minyak jagung (Boyes *et al.*, 1992).

Asam *coriolic* dan *ricinoleic* merupakan asam lemak yang dapat menghambat pertumbuhan khamir, diantaranya *Candida albicans* dan *Saccharomyces cerevisiae* dengan nilai *Minimum Inhibitor Concentration* (MCI) sebesar 3.000 hingga ≥ 8.000 µg/ml (Liang, 2020). Selain itu, asam *coriolic* juga dapat menghambat pertumbuhan *Pichia membranifaciens*, *Torulaspora delbrueckii*, dan *Zygosaccharomyces* dengan nilai *Minimum Inhibitor Concentration* (MCI) sebesar 4.000 hingga ≥ 8.000 µg/ml (Liang *et al.*, 2017).

Jumlah Total Bakteri Keju Olahan (*Sliced Cheese*)

Hasil pengamatan nilai rata-rata total bakteri keju olahan (*sliced cheese*) pada P0 (tanpa penambahan minyak jagung), P1 (5%), P2 (10%), dan P3 (15%) secara berurutan adalah $14,50 \times 10^5$ cfu/g, $16,65 \times 10^5$ cfu/g, $13,23 \times 10^5$ cfu/g, dan $17,43 \times 10^5$ cfu/g. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan minyak jagung pada proses pembuatan keju olahan (*sliced cheese*) memberikan pengaruh yang tidak nyata (*non significant*) ($P > 0,05$) terhadap nilai total bakteri. Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh perlakuan kadar minyak jagung yang memiliki interval sempit, sehingga memberikan respon yang sama terhadap nilai total bakteri yang dihasilkan. Penambahan minyak biji jantan hitam dengan konsentrasi 0,1% dan 0,2% memberikan efek penghambatan maksimum terhadap bakteri patogen keju domiati, sedangkan peningkatan konsentrasi tidak menghasilkan perubahan yang signifikan (Hassanien *et al.*, 2014).

Tabel 2. Total Bakteri Keju Olahan (*Sliced Cheese*) pada Berbagai Perlakuan

		Total Bakteri			
Perlakuan		P0	P1	P2	P3
		($\times 10^5$ cfu/g).....			
Ulangan	1	11,00	17,27	12,82	6,45
	2	16,32	19,64	7,31	16,18
	3	13,95	19,32	16,45	28,91
	4	12,86	15,36	13,27	13,23
	5	18,41	11,68	16,32	22,41
Rata-rata		14,50	16,65	13,23	17,43

Keterangan :

P0 = Tanpa penambahan minyak jagung

P1 = Penambahan minyak jagung 5%

P2 = Penambahan minyak jagung 10%

P3 = Penambahan minyak jagung 15%

Minyak jagung mengandung senyawa fenolik yang memiliki kemampuan sebagai antioksidan, antiinflamasi, antiproliferasi, antimutagenik, dan antimikroba (Shahidi dan Ambigaipalan, 2015). Namun, total senyawa fenolik yang terkandung dalam minyak jagung sangat rendah, sehingga aktivitas antibakterinya pun lemah (Zhang *et al.*, 2017). Keju sendiri juga mengandung senyawa

fenolik dalam jumlah yang rendah, karena senyawa fenolik tersebut tertahan oleh interaksinya dengan protein susu. Senyawa fenolik larut dalam air dan memiliki berat molekul rendah, sehingga sering kali hilang dalam *whey* (Han *et al.*, 2011).

Minyak jagung juga mengandung asam lemak yang efektif dalam menghambat aktivitas pertumbuhan bakteri adalah asam laurat (C12:0) (Yoon *et al.*, 2018). Pada minyak jagung kandungan asam laurat sangat rendah, yaitu kurang dari 0,3%, sehingga dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15% belum memberikan efek yang signifikan terhadap penurunan jumlah bakteri pada keju (SNI 3394.1: 1998). Pertumbuhan bakteri pada keju dapat membantu proses pematangan yang memengaruhi rasa, tekstur, dan aroma keju. Bakteri yang membantu proses pematangan adalah *Agrococcus*, *Arthrobacter*, *Brevibacterium*, *Brachybacterium*, *Corynebacterium*, *Microbacterium*, *Propionibacterium*, *Staphylococcus* and *Micrococcus* spp. Bakteri ini tumbuh pada permukaan keju dan merupakan bakteri gram positif (Fox *et al.*, 2017).

Bakteri patogen dapat tumbuh pada keju selama proses pembuatan dan pematangan. Namun, pertumbuhan bakteri patogen pada keju ini dapat dihambat dengan penambahan garam. Pada penelitian ini garam yang ditambahkan cukup tinggi, yaitu sebanyak 1,5% per 65 gram atau 2,3% per 100 gram keju. Pada keju *cheddar* penambahan kadar garam biasanya sekitar 1,5%-1,8% per 100 gram (Fox *et al.*, 2017). Kadar garam dapat memengaruhi nilai *water activity* (a_w) pada keju. Semakin tinggi kadar garam pada keju, maka semakin tinggi penurunan nilai *water activity* (a_w). Penurunan nilai *water activity* dapat menghambat proses pertumbuhan dari bakteri patogen. Bakteri patogen yang sering tumbuh pada keju adalah *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, dan *Escherichia coli* (Fox *et al.*, 2017).

Jumlah Total Kapang Keju Olahan (*Sliced Cheese*)

Hasil pengamatan nilai rata-rata total kapang keju olahan (*sliced cheese*) pada P0 (tanpa penambahan minyak jagung), P1 (5%), P2 (10%), dan P3 (15%) secara berurutan adalah $9,60 \times 10^2$ cfu/g, $12,04 \times 10^2$ cfu/g, $13,53 \times 10^2$ cfu/g, dan $8,85 \times 10^2$ cfu/g. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan minyak jagung pada proses pembuatan keju olahan (*sliced cheese*) memberikan pengaruh yang tidak nyata (*non significant*) ($P > 0,05$) terhadap nilai total kapang. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh perlakuan kadar minyak jagung yang memiliki interval sempit, sehingga memberikan respon yang sama terhadap nilai total bakteri yang dihasilkan.

Kapang dapat dihambat pertumbuhannya dengan komponen senyawa fenolik, seperti terutama *thymol*, *eugenol*, *carvacrol*, dan turunannya, seperti *linalool*, *sabinene*, *menthol*, *myrcene*, dan *camphene*. Kontaminan keju yang sering ditemukan adalah *Penicilium* dan *Aspergillus*. Pada penelitian Jeong *et al.*, (2014), minyak atsiri berasal dari daun dan kulit kayu manis sebanyak 10% memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan *Penicillium* spp pada pematangan keju *appenzeller*. Hal ini disebabkan, komponen utama dari minyak atsiri yang berasal dari daun dan kulit kayu manis adalah *eugenol*, *cinnamaldehyde*, dan *linalool* (Jeong *et al.*, 2014). Pada minyak jagung sendiri komponen utama senyawa fenoliknya adalah tokoferol, asam ferulat, asam vanilat, asam protokatekuat, dan asam siringat yang tidak memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan kapang, tetapi memiliki aktivitas antioksidan (Zhang *et al.*, 2017).

Tabel 3. Total Kapang Keju Olahan (*Sliced Cheese*) pada Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Total Kapang			
	P0	P1	P2	P3
	($\times 10^2$ cfu/g).....			
1	9,40	9,00	15,91	10,14
2	4,50	12,59	15,32	11,64
Ulangan 3	14,32	8,31	8,50	4,18
4	8,90	15,95	12,77	11,32
5	10,86	14,32	15,14	7,00
Rata-rata	9,60	12,04	13,53	8,85

Keterangan :

P0 = Tanpa penambahan minyak jagung

P1 = Penambahan minyak jagung 5%

P2 = Penambahan minyak jagung 10%

P3 = Penambahan minyak jagung 15%

Pada penelitian Abdel-Latif *et al.*, (2021), menunjukkan bahwa minyak jintan hitam sebanyak 0,5% signifikan mengurangi jumlah *Aspergillus parasiticus* pada keju lunak rendah garam setelah 14 hari penyimpanan. Hal ini dikarenakan, komponen utama minyak jintan hitam adalah *Thymoquinone TQ* (2-isopropyl-5-methylbenzoquinone), *p-cymene*, dan *carvacrol* (Abdel-Latif *et al.*, 2021). Pada minyak jagung tidak terdapat ketiga senyawa tersebut, sehingga minyak jagung kurang efektif dalam mengurangi jumlah kapang. Kapang yang tumbuh pada keju tidak semua merupakan patogen, tetapi ada juga kapang yang dapat membantu proses pematangan keju, seperti, yaitu *P. camemberti*, *P. roqueforti*, *G. candidum*, dan semua anggota *Deuteromyces*. Pertumbuhan kapang patogen dapat dihambat dengan penambahan garam dalam jumlah tinggi (Fox *et al.*, 2017). Pada penelitian ini, keju yang ditambahkan sebanyak 1,5% garam per 65 gram keju atau 2,3% garam per 100 gram keju. Jumlah penambahan garam pada keju tersebut sudah cukup tinggi. Menurut Fox *et al.*, (2017) penambahan kadar garam pada keju *cheddar* biasanya sekitar 1,5%-1,8% per 100 gram.

SIMPULAN

Penambahan minyak jagung dengan konsentrasi 5%,10%, dan 15% pada proses pembuatan keju olahan (*sliced cheese*) dengan koagulan getah pepaya kering berpengaruh menurunkan jumlah total *yeast*. Namun, tidak berpengaruh terhadap jumlah total bakteri dan kapang. Penambahan minyak jagung sebanyak 15% pada proses pembuatan keju olahan (*sliced cheese*) dengan koagulan getah pepaya kering merupakan konsentrasi terbaik dengan jumlah total *yeast* keju sebanyak $0,59 \times 10^3$ cfu/g, total bakteri sebanyak $17,43 \times 10^5$ cfu/g, dan total kapang sebanyak $8,85 \times 10^2$ cfu/g.

REFERENSI

- Abdel-Latif, E. F., Abbas, K. A., Abdelmontaleb, H. S., & Hamdy, S. M. (2021). Nigella sativa oil: A promising prospective antifungal agent in the manufacture of low-salt soft cheese. *Italian Journal of Food Safety*, 10(4). <https://doi.org/10.4081/ijfs.2021.9862>
- Altieri, C., Bevilacqua, A., Cardillo, D., & Sinigaglia, M. (2009). Antifungal activity of fatty acids and their monoglycerides against *Fusarium* spp. in a laboratory medium. *International Journal of Food Science and Technology*, 44(2), 242–245. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01639.x>
- Amri, E., & Mamboya, F. (2012). Papain, a plant enzyme of biological importance: A review. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 8(2), 99–104. <https://doi.org/10.3844/ajbbsp.2012.99.104>
- Bachmann, H. P. (2001). Cheese analogues: a review. *International Dairy Journal*, 11(4–7), 505–515. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(01\)00073-5](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00073-5)
- Badan Standardisasi Nasional. (1998). *Minyak Jagung Sebagai Minyak Makan*. SNI 01-3394-1998.
- Bahari, A. N., Saari, N., Salim, N., & Ashari, S. E. (2020). Response factorial design analysis on papain-generated hydrolysates from *Actinopyga lecanora* for determination of antioxidant and antityrosinase activities. *Molecules*, 25(11). <https://doi.org/10.3390/molecules25112663>
- BAM. (2001). *BAM Chapter 3: Aerobic Plate Count*. Food and Drug Administration.
- Black, B. A., Zannini, E., Curtis, J. M., & Gänzle, M. G. (2013). Antifungal hydroxy fatty acids produced during sourdough fermentation: Microbial and enzymatic pathways, and antifungal activity in bread. *Applied and Environmental Microbiology*, 79(6), 1866–1873. <https://doi.org/10.1128/AEM.03784-12>
- Boyes, S., Perera, C., Chevis, P., & Holden, J. (1992). Some properties of lipoxygenase in mature (edible) corn (*Zea mays*) and its inactivation by microwave. *Agronomy Society of New Zealand*, 9–15.
- Caric, M. ;, Gantar, M. ;, & Kalab, M. (1985). Effects of Emulsifying Agents on the Microstructure and Other Characteristics of Process Cheese - A Review. *Food Structure*, 4(2), 297–312.
- Dewi, N. (2007). *Kajian Pembuatan Keju Olahan*. 2(1), 10–14.
- Dwiputra, D., Jagat, A. N., Wulandari, F. K., Prakarsa, A. S., Puspaningrum, D. A., & Islamiyah, F. (2015). Minyak Jagung Alternatif Pengganti Minyak yang Sehat. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 4(2). <https://doi.org/10.17728/jatp.2015.09>

- Esteves, C. L. C., Lucey, J. A., Hyslop, D. B., & Pires, E. M. V. (2003). Effect of gelation temperature on the properties of skim milk gels made from plant coagulants and chymosin. *International Dairy Journal*, 13(11), 877–885. [https://doi.org/10.016/S0958-6946\(03\)00114-6](https://doi.org/10.016/S0958-6946(03)00114-6)
- Eswarapragada, N. M., Reddy, P. M., & Prabhakar, K. (2010). Quality of low fat pork sausage containing milk-co-precipitate. *Journal of Food Science and Technology*, 47(5), 571–573. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0086-1>
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogann, T. M., & McSweeney, P. L. H. (2017). *Fundamentals of Cheese Science Second Edition*. Springer.
- Han, J., Britten, M., St-Gelais, D., Champagne, C. P., Fustier, P., Salmieri, S., & Lacroix, M. (2011). Polyphenolic compounds as functional ingredients in cheese. *Food Chemistry*, 124(4), 1589–1594. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.08.021>
- Hassanien, M. F. R., Mahgoub, S. A., & El-Zahar, K. M. (2014). Soft cheese supplemented with black cumin oil: Impact on food borne pathogens and quality during storage. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 21(3), 280–288. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2013.10.005>
- Jeong, E. J., Lee, N. K., Oh, J., Jang, S. E., Lee, J. S., Bae, I. H., Oh, H. H., Jung, H. K., & Jeong, Y. S. (2014). Inhibitory effect of cinnamon essential oils on selected cheese-contaminating fungi (*Penicillium* spp.) during the cheese-ripening process. *Food Science and Biotechnology*, 23(4), 1193–1198. <https://doi.org/10.1007/s10068-014-0163-8>
- Ketaren, S. (1996). *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan* (1st ed.). UIP.
- Liang, N. (2020). *Hydroxy fatty acids: Structures and antifungal activities in foods* [Thesis]. University of Alberta.
- Liang, N., Cai, P., Wu, D., Pan, Y., Curtis, J. M., & Gänzle, M. G. (2017). High-Speed Counter-Current Chromatography (HSCCC) Purification of Antifungal Hydroxy Unsaturated Fatty Acids from Plant-Seed Oil and *Lactobacillus* Cultures. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(51), 11229–11236. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b05658>
- Marcus, J. B. (2013). Lipids Basics: Fats and Oils in Foods and Health: Healthy Lipid Choices, Roles and Applications in Nutrition, Food Science and the Culinary Arts. *Culinary Nutrition*, 231–277. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-391882-6.00006-6>
- McSweeney, P. L. H. (2007). *Cheese Problem Solved*. CRC Press.
- Muchtadi, T. (2019). *Pengetahuan Bahan Pangan* (1st ed.). Universitas Terbuka.
- Pulungan, M. H., Kamilia, M. M., & Dewi, I. A. (2020). OPTIMASI KONSENTRASI ENZIM PAPAIN DAN SUHU PEMANASAN PADA PEMBUATAN DANGKE DENGAN RESPONSE SURFACE METHOD (RSM). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 21(1), 57–68.
- Raisanti, I. A. M., Putranto, W. S., & Badruzzaman, D. Z. (2022). Pengaruh Penambahan Monosodium Fosfat pada Pembuatan Processed Cheese dengan Koagulan Sari Nanas terhadap Kadar Air, Rendemen, dan Akseptabilitas. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.24198/jthp.v3i1.39078>
- Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects - A review. In *Journal of Functional Foods* (Vol. 18, pp. 820–897). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018>
- Standar Nasional Indonesia (SNI). (1992). *Cara Uji Cemaran Mikroba dalam Makanan*. SNI 19-2897-1992.
- Tewari, G., Singh, A., & Ram, R. (2018). Effect of plant base digestive enzyme “Papain” on growth, survival and behavioural response of *Cyprinus carpio*. 210 ~ *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 6(3), 210–214. www.fisheriesjournal.com
- Yoon, B. K., Jackman, J. A., Valle-González, E. R., & Cho, N. J. (2018). Antibacterial free fatty acids and monoglycerides: Biological activities, experimental testing, and therapeutic applications. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 19, Issue 4). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijms19041114>
- Zhang, R., Huang, L., Deng, Y., Chi, J., Zhang, Y., Wei, Z., & Zhang, M. (2017). Phenolic content and antioxidant activity of eight representative sweet corn varieties grown in South China. *International Journal of Food Properties*, 20(12), 3043–3055. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1270964>