

PENAMBAHAN SUBSTRAT SARI KURMA SEBAGAI ANTIBAKTERI DAN ANTIOKSIDAN PADA MINUMAN WHEY FERMENTASI

JULIAN KARTA NEGARA



**ILMU PRODUKSI DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN AKHIR TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis berjudul “Penambahan Sari Kurma sebagai Antibakteri dan Antioksidan pada Minuman Whey Fermentasi” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Januari 2021

Julian Karta Negara
NIM D151160131

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





RINGKASAN

JULIAN KARTA NEGARA. Penambahan Substrat Sari Kurma sebagai Antibakteri dan Antioksidan pada Minuman Whey Fermentasi. Dibimbing oleh EPI TAUFIK dan TUTI SURYATI.

Whey adalah hasil samping (*by-product*) dari proses pengolahan susu menjadi keju. Jumlah whey yang dihasilkan untuk memproduksi 1 kg keju yaitu sebanyak sebanyak 8-9 L (Syah *et al.* 2017a). Upaya pemanfaatan whey perlu dilakukan supaya tidak menjadi sumber pencemaran lingkungan. Saat ini pemanfaatan whey hanya sebagai bahan pakan ternak yang dicampur pada air minum atau pakan ternak. Oleh karena itu perlu ada upaya lain untuk memanfaatkan whey yang lebih bernilai secara ekonomis. Salah satu alternatifnya adalah mengolah whey menjadi minuman kesehatan melalui proses fermentasi menggunakan bakteri *Lactobacillus fermentum* B111K dengan penambahan sari kurma. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi sifat fungsional produk minuman whey dengan penambahan sari kurma yang difermentasikan dengan bakteri *L. fermentum* B111K sebagai antibakteri dan antioksidan di dalam produk.

Penelitian ini dibagi menjadi 2 tahap. Tahap pertama yaitu pembuatan minuman whey dengan penambahan sari kurma yaitu : 100:0 v/v (penambahan sari kurma 0% sebagai kontrol), 90:10 v/v (penambahan sari kurma 10%), 85:15 v/v (penambahan sari kurma 15%), dan 80:20 v/v (penambahan sari kurma 20%). Penelitian tahap kedua yaitu pengujian yang terdiri atas uji kualitas fisik, kimiawi dan mikrobiologi. Selain itu dilakukan pengujian total fenol, uji aktivitas antibakteri, dan antioksidan.

Hasil pengujian kualitas kimiawi minuman whey dengan penambahan sari kurma menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi sari kurma pada minuman whey fermentasi tidak berbeda nyata antar perlakuan dan kontrol. Nilai TAT meningkat seiring dengan meningkatnya penambahan sari kurma. Nilai TAT yang diperoleh berkisar 1.75%-2.36%, sedangkan nilai pH berkisar 4.0-4.3. Total BAL pada minuman whey fermentasi dengan penambahan sari kurma menunjukkan tidak berbeda nyata terhadap total BAL. Total BAL dalam penelitian ini berkisar 9-10 log cfu mL⁻¹. Populasi BAL yang tinggi diduga disebabkan oleh kondisi lingkungan dan nutrisi di dalam media fermentasi yang baik untuk pertumbuhan BAL. Aktivitas metabolisme BAL bergantung pada kandungan karbohidrat yang dibutuhkan oleh BAL seperti laktosa, glukosa, fruktosa dan sukrosa.

Hasil aktivitas antibakteri menunjukkan peningkatan seiring dengan penambahan sari kurma. Nilai tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan dengan penambahan sari kurma 20% terhadap bakteri *S. aureus* ATCC 25923 dan *E. coli* ATCC 25922 dengan besaran diameter zona hambat berturut-turut yaitu 10.43 mm dan 9.64 mm. Aktivitas antioksidan yang diukur sebagai aktivitas penghambatan terhadap DPPH juga meningkat seiring dengan penambahan sari kurma. Nilai penghambatan terhadap DPPH berkisar 62.72%-83-92%, dengan kapasitas antioksidan berkisar 243-394 mg VCE/mL. Secara umum produk minuman whey fermentasi dengan penambahan sari kurma pada taraf 20% yang difermentasikan dengan bakteri *L. fermentum* B111K selama 24 jam telah terbukti

memiliki kemampuan antibakteri dan antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol yang tidak diberikan penambahan sari kurma.

Kata kunci: antibakteri, antioksidan, *L. fermentum* B111K, sari kurma, whey

SUMMARY

JULIAN KARTA NEGARA. Addition of Date Palm Juice as Antibacterial and Antioxidant in Fermented Whey Drinks. Supervised by EPI TAUFIK and TUTI SURYATI.

Whey is a byproduct of the cheese making process. The amount of whey produced to produce 1 kg of cheese is 8-9 L. The use of whey needs to be done so that it does not become a source of environmental pollution. Currently whey is only used as an ingredient for animal feed mixed in drinking water or animal feed. Therefore, there needs to be other efforts to utilize whey which is more valuable economically. One solution is to process whey into a health drink through a fermentation process using *Lactobacillus fermentum* B111K bacteria with the addition of date palm juice. The purpose of this study was to evaluate the functional properties of whey beverage products with the addition of date palm juice fermented with *L. fermentum* B111K as antibacterial and antioxidant in the product.

This research is divided into 2 stages. The first stage is the manufacture of whey drink with the addition of date palm juice, namely: 100:0 v/v (addition of 0% date palm extract as a control), 90:10 v/v (addition of 10% palm juice), 85:15 v/v (addition extract of dates 15%), and 80:20 v/v (addition of 20% palm extract). The second stage of research was testing consisting of physical, chemical and microbiological quality tests. In addition, total phenol testing, antibacterial and antioxidant activity tests were carried out.

The chemical quality test results of whey drink with the addition of date palm extract showed that the addition of date juice concentration in fermentation whey drinks did not show a significant difference between treatment and control. The TTA value increases with the addition of date palm extract. The TTA values obtained ranged from 1.75%-2.36%. While the pH value ranges from 4.0-4.3. The total LAB in fermented whey drinks with the addition of date palm juice showed no significant difference to the total LAB. The total LAB in this study ranged from 9-10 log cfu mL⁻¹. The high LAB population is thought to be caused by environmental conditions and nutrition in the good fermentation media for LAB growth. LAB metabolic activity depends on the carbohydrate content needed by LAB such as lactose, glucose, fructose and sucrose.

The results of antibacterial activity showed an increase with the addition of date palm extract. The highest value was shown by the treatment with the addition of 20% date palm extract against *S. aureus* ATCC 25923 and *E. coli* ATCC 25922 with the diameter of the inhibition zone, respectively, 10.43 mm and 9.64 mm. Antioxidant activity and inhibitory activity against DPPH also increased with the addition of date juice. The antioxidant capacity values ranged from 243-394 mg VCE/mL and the inhibitory activity values against DPPH ranged from 62.72% - 83.92%. In general, fermented whey drink products with the addition of date palm



juice at the level of 20% fermented with *L. fermentum* B111K for 24 hours have been shown to have higher antibacterial and antioxidant abilities than controls that were not given the addition of date juice.

Key words: antibacterial, antioxidant, date palm juice, *L. fermentum* B111K, whey

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





© Hak Cipta Milik IPB, tahun 2021

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PENAMBAHAN SUBSTRAT SARI KURMA SEBAGAI ANTIBAKTERI DAN ANTIOKSIDAN PADA MINUMAN WHEY FERMENTASI

JULIAN KARTA NEGARA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan

**ILMU PRODUKSI DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**



@Hak cipta milik IPB University

Penguji pada Ujian Tesis:

Dr. Mochammad Sriduresta Soenarno, S.Pt., M.Sc

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Tesis : Penambahan Substrat Sari Kurma Sebagai Antibakteri dan Antioksidan pada Minuman Whey Fermentasi

Nama : Julian Karta Negara

NIM : D151160131

Disetujui oleh
Komisi Pembimbing

Pembimbing 1:

Dr. Epi Taufik, S.Pt., M.V.P.H., M.Si

Pembimbing 2:

Dr. Tuti Suryati, S.Pt., M.Si



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Ir. Salundik, M.Si

NIP 19640406 198903 1 003

Dekan Sekolah Pascasarjana:

Prof. Dr. Ir. Anas Miftah Fauzi, M.Eng

NIP 19600419 198503 1 002



Tanggal Ujian: 15 Januari 2021

Tanggal Lulus: 20 JAN 2021



PRAKATA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan September sampai bulan Desember 2019 ini ialah Whey Fermentasi dengan Penambahan Sari Kurma, dengan judul “Penambahan Substrat Sari Kurma sebagai Antibakteri dan Antioksidan pada Minuman Whey Fermentasi”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Epi Taufik, S.Pt., M.V.P.H., M.Si., selaku pembimbing pertama dan Dr. Tuti Suryati, S.Pt., M.Si., selaku pembimbing ke dua yang telah membimbing dan banyak memberi masukan dan saran. Ucapan terima kasih juga kepada penguji ujian sidang Bapak Dr. Mochammad Sriduresta Soenarno, S.Pt., M.Sc dan pimpinan sidang ujian tesis Ibu Prof. Dr. Ir. Niken Ulupi, MS karena telah berkontribusi langsung memberi masukan dan saran untuk penyempurnaan tesis ini. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Muhamad Arifin, S.Pt., M.Si. beserta staf Laboratorium yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayahanda Izhar dan Ibunda Erli Ningsih, S.Pd.SD. Istriku tercinta Lina Oktaviana, S.Pt., anakku tercinta Khadijah Mahmuda, kedua mertua H. Muro'i dan Ibu Siti Nurohmah, Kakak dan adik terkasih Selamat Raharjo, S.E dan Ari Septiawan, Amd.Kep., Ning Ayu Dwi Tiya, S.Pt., M.Si. Keluarga besar Singadilaga dan Bani Syafi'i, CV Sari Burton, THT Squad, keluarga Himawipa yang telah memberikan dukungan, doa, semangat dan kasih sayangnya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Januari 2021

Julian Karta Negara

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	2
II METODE	2
2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	2
2.2 Alat	2
2.3 Bahan	3
2.4 Prosedur Kerja	3
2.5 Analisis Data	7
III HASIL DAN PEMBAHASAN	7
3.1 Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat dan pH	7
3.2 Komposisi Kimiawi dan Total Asam Titrasi	10
3.3 Total Bakteri Asam Laktat dan Aktivitas Antibakteri	10
3.4 Total Fenol dan DPPH Antioksidan	12
IV Pembahasan Umum	13
V KESIMPULAN DAN SARAN	16
5.1 Simpulan	16
5.2 Saran	17
VIPUSTAKA	17
LAMPIRAN	21
RIWAYAT HIDUP	23



DAFTAR TABEL

3.1	Komposisi kimia dan total asam tertitrasi pada minuman whey fermentasi dengan penambahan sari kurma	10
3.2	Total BAL dan diameter zona hambat terhadap <i>S. aureus</i> dan <i>E. coli</i> pada minuman whey fermentasi dengan penambahan sari kurma	11
3.3	Total fenolat, aktivitas penghambatan terhadap DPPH dan kapasitas antioksidan pada minuman whey fermentasi dengan penambahan sari kurma	13

DAFTAR GAMBAR

2.1	Diagram alir penelitian	3
3.1	Kurva pertumbuhan BAL pada minuman whey fermentasi dengan penambahan sari kurma selama 32 jam, P0=sebagai kontrol (tanpa penambahan sari kurma), P1=penambahan sari kurma 10%, P2=penambahan sari kurma 15%, P3=penambahan sari kurma 20%	8
3.2	Kurva penurunan nilai pH pada minuman whey fermentasi dengan penambahan sari kurma selama 32 jam, P0=sebagai kontrol (tanpa penambahan sari kurma), P1=penambahan sari kurma 10%, P2=penambahan sari kurma 15%, P3=penambahan sari kurma 20%	9
3.3	Zona hambat isolat BAL <i>L. fermentum</i> B111K terhadap bakteri patogen. (a) bakteri <i>E. coli</i> ATCC 25923. (b) <i>S. aureus</i> ATCC 25922	12

DAFTAR LAMPIRAN

1	Tempat saluran pembuangan whey	21
2	Pewarnaan gram positif bakteri <i>L. fermentum</i> B111K	21
3	Persiapan inokulasi (a) dan total BAL (b)	21
4	Hasil pengujian total asam tertitrasi	21
5	Kurva standar total fenol	22
6	Kurva standar DPPH	22

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Susu merupakan minuman alami yang bergizi tinggi yang mengandung banyak unsur protein, vitamin dan mineral sehingga sangat baik untuk kesehatan manusia. Seiring berkembangnya ilmu dan teknologi banyak produk olahan susu yang masih menyisakan limbah dan *by-product* sehingga masih belum dimanfaatkan secara maksimal. Salah satu turunan produk dari susu adalah keju. Keju adalah hasil dari koagulasi susu sehingga terjadi proses penggumpalan dan menghasilkan hasil sampingan yaitu whey yang jumlahnya lebih banyak daripada keju yang dihasilkan. Produksi 1 kg keju membutuhkan 10 L susu dan menghasilkan whey sebanyak 8-9 L (Syah *et al.* 2017a). Whey sangat berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan karena tingginya volume produksi yang dihasilkan dan tingginya bahan organik yang terkandung dalam whey dengan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) berkisar 60.000-80.000 ppm (Magalhães *et al.* 2010). Namun, whey masih mengandung beberapa nutrisi seperti laktosa, protein, lemak, asam laktat, dan sejumlah nutrisi minor seperti laktoferin, laktoperoksidase, lisozim, immunoglobulin, zat besi, iodin, dan vitamin (De Witt 2001). Nutrisi tersebut berguna untuk kesehatan tubuh, oleh sebab itu salah satu cara pemanfaatan whey adalah dengan menjadikan whey sebagai produk minuman. Whey yang dijadikan produk minuman perlu dikembangkan lagi supaya dapat meningkatkan nilai tambah whey. Salah satu caranya adalah dengan memfermentasikan whey melalui pemanfaatan bakteri asam laktat (BAL) untuk menghasilkan produk yang bernilai gizi tinggi dan bermanfaat untuk kesehatan.

Penggunaan BAL sudah umum dilakukan untuk memfermentasikan suatu produk terutama dari bahan baku susu atau produk turunannya. Proses fermentasi merupakan suatu hal yang murah dan mudah untuk memperkaya dan memberi nilai tambah pada whey, baik secara ekonomi maupun nilai gizi dan memiliki fungsi kesehatan, dengan memberikan rasa yang khas pada whey (Legarová dan Kouřimská. 2010). BAL merupakan bakteri yang mampu memfermentasikan gula atau karbohidrat menjadi asam laktat. Penggunaan BAL mampu menghambat bakteri patogen karena dapat menghasilkan senyawa antibakteri (patogen). Salah satu BAL lokal Indonesia yang berpotensi untuk dikembangkan adalah *Lactobacillus fermentum* B111K. Bakteri ini diisolasi dari dangke yang terbuat dari susu sapi atau kerbau (Syah *et al.* 2017b). *L. fermentum* B111K memiliki keunggulan yaitu mampu bertahan terhadap pH rendah dan garam empedu (Syah *et al.* 2017a).

Optimalisasi proses fermentasi whey dengan bakteri *L. fermentum* B111K dapat dilakukan dengan penambahan substrat yang mendukung pertumbuhan BAL. Salah satu substrat yang dapat dimanfaatkan dengan mudah yaitu sari kurma. Kurma (*Phoenix dactylifera L*) adalah salah satu pohon besar yang tumbuh subur disepanjang tanah timur tengah (El-Assar *et al.* 2005). Buah kurma mengandung senyawa-senyawa fenolik yang bersifat asam yaitu asam ferulat dan sebagian yang merupakan turunan dari asam sinamat (Primurdia dan Kusnadi. 2014) dan senyawa lainnya seperti alkaloid, flavonoid, steroid, tannin, estertepen, karbohidrat, vitamin, β -karoten, gula, protein, lemak, serat, kalium, kalsium, zat

besi, klorin, tembaga, magnesium, sulfur, fosfor, dan beberapa enzim (Onuh *et al.* 2012 dan Vyawahare *et al.* 2009). Sari kurma diharapkan dapat menjadi tambahan asupan nutrisi bagi BAL. Selain itu sari kurma memiliki kemampuan antibakteri dan antioksidan yang baik sehingga diharapkan produk minuman whey fermentasi dengan penambahan sari kurma bermanfaat untuk kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kandungan kimiawi, pH, total BAL dan kemampuan antibakteri pada produk minuman whey fermentasi dengan penambahan sari kurma.

1.2 Perumusan Masalah

Pemanfaatan whey mozarella yang selama ini dilakukan hanya sebagai bahan tambah pakan ternak yang dicampur pada air minum atau pakan ternak. Terlebih lagi ada yang langsung dibuang begitu saja sehingga dapat merusak lingkungan (De Witt 2001), oleh karena itu perlu ada upaya lain untuk memanfaatkan whey yang lebih bernilai secara ekonomis, salah satu alternatifnya adalah mengolah whey menjadi minuman kesehatan. Minuman whey difermentasi bakteri *L. fermentum* B111K dengan penambahan sari kurma memiliki potensi secara ekonomi dan dapat digunakan sebagai minuman kesehatan (antibakteri dan antioksidan).

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi sifat fungsional produk minuman whey dengan penambahan sari kurma yang difermentasikan dengan bakteri *L. fermentum* B111K sebagai antibakteri dan antioksidan di dalam produk.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa data informasi whey fermentasi yang diperkaya sari kurma yang berpotensi sebagai antioksidan serta dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen, mengurangi pencemaran lingkungan dan dijadikan alternatif minuman kesehatan untuk masyarakat luas.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian meliputi pembuatan produk, pengamatan kurva pertumbuhan bakteri, pH, total asam tertitrasi (TAT), pengujian kualitas kimia, total BAL, aktivitas antibakteri, aktivitas antioksidan dan kapasitas antioksidan.

II METODE

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Terpadu IPTP, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan September hingga Desember 2019.

2.2 Alat

Peralatan yang digunakan adalah timbangan digital, tabung reaksi, inkubator, cawan petri, pipet 1 mL, *heater-magnet stirrer*, pembakar bunsen,

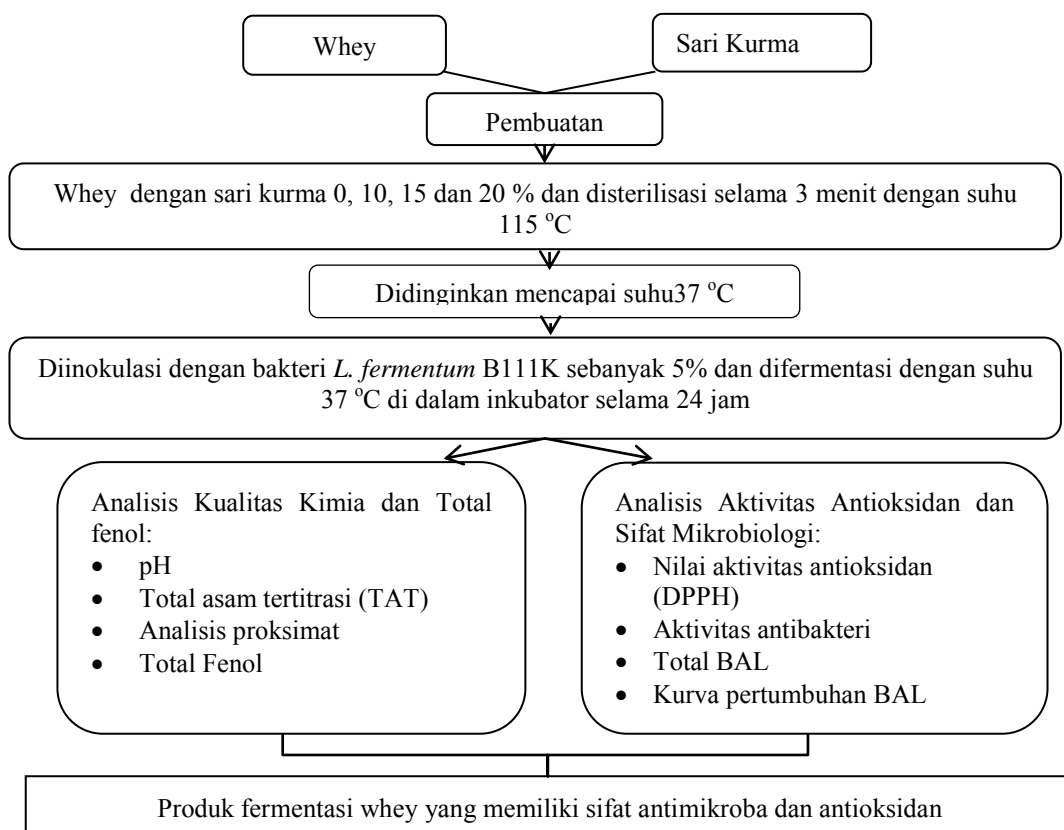
laminar air, autoclave, hot plate, termometer, kompor gas, waterbath, vortex, sentrifuse, pH meter, biuret, botol schott, ose, labu erlenmeyer, gelas ukur, labu ukur, plastik HDPE, plastik klip, kain saring, spektrofotometer UV-Vis.

2.3 Bahan

Bahan-bahan utama penelitian ini adalah whey keju mozzarella yang diperoleh dari PT. Tri Cheese, Sawangan, Depok. *Lactobacillus fermentum* B111K yang diperoleh dari koleksi bakteri di laboratorium Terpadu Fakultas Peternakan. Bakteri indikator yaitu *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dan *enteropathogenic Escherichia coli* ATCC 25923. Sari buah kurma dibuat dari kurma jenis deglet noor. Bahan-bahan lainnya yaitu *deMann Rogosa Sharpe Agar* (MRSA), *Mueller Hinton Agar* (MHA), *Buffered Peptone Water* (BPW), NaCl₂, 0.1% fenoftalein, 0.1 NaOH, 0.1 N HCl, dan Na₂CO₃, *1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl* (DPPH), akuades, spiritus, dan alkohol 70%.

2.4 Prosedur Kerja

Prosedur kerja penelitian ini dimulai dari pembuatan minuman whey dengan penambahan sari kurma 10%, 15% dan 20% serta 0% sebagai kontrol, kemudian difermentasi selama 24 jam. Selanjutnya dianalisis kualitas kimia, pH, TAT dan sifat mikrobiologi yang meliputi total BAL dan aktivitas antibakteri, kemudian diamati juga aktivitas antioksidan dan total fenolnya. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Diagram alir penelitian

Peremajaan Starter (Sabbah *et al.* 2012)

Bakteri yang digunakan dalam proses pembuatan minuman whey fermentasi sari kurma yaitu *L. fermentum* strain B111K. Peremajaan BAL dilakukan dengan cara menginokulasikan kultur sebanyak 1 mL kultur bakteri dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi larutan whey sebanyak 9 mL yang telah disterilisasi dengan menggunakan alat *autoclave* (TOMY ES-315, Japan) dengan suhu 115 °C selama 3 menit. Setelah itu diturunkan suhunya hingga mencapai 37 °C. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam sampai diperoleh kultur kerja.

Pembuatan Sari Kurma (Aljasass *et al.* 2010)

Kurma sebanyak 250 g yang telah dipilih dengan kualitas yang baik dipisahkan antara daging buah dengan bijinya kemudian dipotong kecil-kecil. Selanjutnya dihaluskan menggunakan *blender* dengan perbandingan kurma dan air (akuades) adalah 1:2 (kurma:air) w/v. Air digunakan sebagai pengencer sari kurma agar mudah digiling. Setelah dihaluskan ampas dan sari kurma dipisahkan melalui proses penyaringan dengan kain saring yang sudah disterilkan terlebih dahulu.

Pembuatan Minuman Whey Fermentasi Sari Kurma (MWFSK) (Aljasass *et al.* 2010)

Whey yang diperoleh dari PT. Tri Cheese ditambahkan sari kurma sesuai dengan perbandingan whey dan sari kurma yang digunakan yaitu: 100:0 v/v (penambahan sari kurma 0% sebagai kontrol), 90:10 v/v (penambahan sari kurma 10%), 85:15 v/v (penambahan sari kurma 15%), dan 80:20 v/v (penambahan sari kurma 20%). Whey dan sari kurma yang telah diformulasikan kemudian disterilisasi menggunakan *autoclave* (TOMY ES-315, Japan) pada suhu 115 °C selama 3 menit. Setelah itu diturunkan suhunya hingga mencapai suhu 37 °C. Whey kemudian diinokulasi dengan 5% *L. fermentum* B111K dan difermentasi pada suhu 37 °C selama 24 jam di dalam inkubator (Memmert Incubator Oven INB200, Germany).

Pengamatan Pertumbuhan BAL (Modifikasi dari Todorov *et al.* 2012)

Minuman whey dengan penambahan sari kurma difermentasikan dan diukur pertumbuhan BAL-nya setiap 4 jam selama 32 jam untuk melihat kurva pertumbuhan BAL. jumlah populasi BAL diukur menggunakan spektrofotometer (Agilent 8453 UV-visible spectrophotometer, US) dengan *optical density* 600 nm ($OD_{600\text{ nm}}$).

Pengujian Sifat Kimiawi, pH dan Total Asam Tertitrasi (AOAC 2005)

Pengujian kimiawi meliputi kadar air, protein, lemak, serat kasar dan abu dengan analisis proksimat, dan nilai pH diuji dengan pH meter (SCHOTT® Instruments Lab 850, Germany), dan total asam laktat dengan metode titrasi (% TAT).

Penentuan Kadar Air (AOAC 2005). Pengukuran kadar air diawali dengan menimbang sampel lalu dimasukkan ke dalam cawan porselen dan di oven pada suhu 105 °C selama 5 jam, kemudian cawan dimasukkan ke dalam desikator sampai dingin. Selanjutnya ditimbang kembali lalu dicatat datanya untuk dihitung.

Penentuan Kadar Protein (AOAC 2005). Analisis protein terdiri atas tiga tahap, yaitu: destruksi, destilasi, dan titrasi. Pengukuran kadar protein dilakukan dengan metode mikro Kjeldahl. Sampel diukur sebanyak 0.25 g, kemudian dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl 100 mL dan ditambahkan satu butir kjeltab dan 3 mL H₂SO₄ pekat. Sampel didestruksi pada suhu 410 °C selama kurang lebih 1 jam sampai larutan jernih lalu didinginkan lalu dimasukkan ke dalam labu kjeldahl ditambahkan 50 mL akuades dan 20 mL NaOH 40%, kemudian dilakukan proses destilasi dengan suhu destilator 100 °C. Hasil destilasi ditampung dalam labu Erlenmeyer 125 mL yang berisi campuran 10 mL asam borat (H₃BO₃) 2% dan tetes indikator *bromcherosol green methyl red* yang berwarna merah muda. Setelah volume destilat mencapai 40 mL dan berwarna hijau kebiruan, maka proses destilasi dihentikan. Lalu destilat dititrasi dengan HCl 0.1 N sampai terjadi perubahan warna merah muda.

Penentuan Kadar Lemak (AOAC 2005). Sampel diukur dengan melakukan reflus selama 6 jam. Pelarut lemak yang ada dalam labu lemak didestilasi hingga semua pelarut lemak menguap. Selanjutnya labu lemak dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C, setelah itu labu didinginkan dalam desikator sampai beratnya konstan.

Penentuan Serat Kasar (AOAC 2005). Sampel dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer dan ditambahkan 100 mL larutan H₂SO₄ 0.255 N mendidih kemudian ditutup dan didiamkan selama 30 menit. Selanjutnya ditambahkan NaOH 0.313 N 100 mL lalu dipanaskan kembali selama 30 menit kemudian didinginkan. Campuran kemudian disaring menggunakan kertas saring yang sudah diketahui bobotnya, sambil dicuci dengan K₂SO₄ 10% lalu bilas dengan air panas, selanjutnya dibilas dengan alkohol 95%. Kertas saring dikeringkan dengan oven selama 10 menit pada suhu 110 °C lalu ditimbang secara berulang sampai mencapai berat konstan.

Penentuan Kadar Abu (AOAC 2005). Sampel ditimbang di dalam cawan porselen, lalu dimasukkan ke dalam tanur pengabuan dengan suhu 600 °C selama 1 jam, kemudian ditimbang sampai mencapai berat konstan.

Nilai pH (AOAC 2005). Pengukuran nilai pH dilakukan menggunakan alat pH meter yang terlebih dahulu dikalibrasi dengan buffer pH 7 dan 4. Pengukuran dilakukan dengan mencelupkan elektroda ke dalam sampel perlakuan. Skala nilai pH dibaca pada saat muncul kata *ready* atau angka penunjuk telah berada pada posisi tetap.

Nilai Total Asam Tertitrasi (AOAC 2005). Total asam tertitrasi dianalisis dengan metode titrasi NaOH 0,1 N dan fenofalein 1% sebagai indikator. Sampel sebanyak 10 mL ditambahkan 2 tetes (300µL) indikator fenofalein 1%. Kemudian dititrasi dengan 0,1 N larutan NaOH hingga timbul warna merah muda. Jumlah asam yang diproduksi selama fermentasi yang disertakan dengan asam laktat dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$[\text{Asam laktat (\%)} = \frac{\text{ml NaOH} \times 0,1 \text{ N} \times 90,08}{\text{mL sampel} \times 1000} \times 100\%]$$

Total Bakteri Asam Laktat (Pelezar dan Chan 2007)

Sampel sebanyak 25 mL dimasukkan dalam tabung reaksi berisi 225 mL larutan BPW. Selanjutnya P⁻¹ diambil sebanyak 1 mL untuk dilarutkan ke dalam

larutan pengencer BPW 9 mL sehingga diperoleh P^{-2} , demikian seterusnya dengan cara yang sama dilakukan sampai P^{-9} . Pemupukan dilakukan dengan metode *pour plate* dimana sebanyak 1 mL sampel dari pengenceran P^{-6} sampai P^{-9} dipindahkan ke dalam cawan petri untuk kemudian dicampur dengan 15 mL media *de man rogosa sharpe agar* (MRSA). Cawan kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 48 jam. Koloni BAL yang terbentuk kemudian dihitung dengan menggunakan metode *standard plate count* (SPC).

Pengujian Aktivitas Antibakteri BAL (Balouiri et al. 2017)

Pengujian aktivitas antimikroba dilakukan dengan menggunakan metode sumur difusi agar (*well diffusion agar*). Bakteri uji yang digunakan adalah *Escherichia coli* ATCC 25922 dan *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Masing-masing mikroorganisme tersebut diencerkan dalam media pengencer NaCl dan disetarakan dengan larutan 0.5 McFarland yang sebanding dengan populasi 10^8 . Kemudian diencerkan sebanyak 2 kali ke dalam BPW 9 mL sehingga diperoleh populasi 10^6 . Sebanyak 1 mL larutan BPW 10^6 dimasukkan ke dalam cawan petri, kemudian ditambahkan *muller hinton agar* (MHA) sebanyak 20 mL. Setiap cawan mewakili satu bakteri. Lubang sumur dibentuk pada media agar yang telah mengeras menggunakan tabung Durham berdiameter 16 mm sebanyak 4 sumur setiap cawan. Sebanyak 300 μ L pada masing-masing sampel whey fermentasi sari kurma bebas sel dalam lubang sumur lalu didiamkan selama 3 jam dengan suhu 4 °C setelah itu di inkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam. Diameter zona penghambatan diukur dengan menggunakan jangka sorong. Diameternya diukur sebanyak tiga kali ulangan di tempat yang berbeda dan hasilnya dirata-ratakan.

Ekstrak Whey Fermentasi dengan Penambahan Substrat Sari Kurma (Subagio dan Marita 2001)

Sampel diambil sebanyak 0.1 mL menggunakan pipet 1 mL diekstrak menggunakan 20 mL metanol 100% pada suhu ruang di dalam erlenmeyer. Selanjutnya distirer selama 10 menit dan dipindahkan ke dalam vial 2 mL, lalu di sentrifus dengan kecepatan 5000 rpm selama 5 menit, kemudian filtrat dikoleksi sebagai stok uji.

Kandungan Total Fenol (Shetty et al. 2005)

Ekstrak whey fermentasi sari kurma sebanyak 1 mL ditransfer ke dalam tabung dan dicampur dengan 1 mL etanol 95% dan 5 mL dH₂O. Reagen Folin-Ciocalteu (50% v/v; 0.5 mL) ditambahkan ke setiap sampel kemudian dihomogenkan dengan vortex. Setelah 5 menit, 1 mL dari 5% Na₂CO₃ ditambahkan dan didiamkan selama 60 menit pada suhu ruang. Absorbansi dibaca pada panjang gelombang (λ) 725 nm. Nilai absorbansi dikonversi ke total fenol dan diekspresikan dalam mikrogram setara dengan asam galat (EAG) per mili liter (mL) dari sampel.

Analisis Penghambatan terhadap Radikal DPPH (Subagio dan Morita 2001, dan Yu 2001)

Sebanyak 1 mL sampel whey fermentasi dengan penambahan sari kurma direaksikan ke dalam larutan pengujian sebanyak 0.5 mL DPPH dengan konsentrasi 6×10^{-6} M di dalam vial berukuran 2 mL, lalu dikocok dan di inkubasi selama 30 menit pada ruang gelap dengan suhu 37°C, absorbansi diamati pada panjang

gelombang (λ) 517 nm hingga pembacaan konstan. Persentase aktivitas antioksidan dapat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{Scavenging} = \left\{ \frac{\text{Kontrol} - \text{nilai absorbansi}}{\text{Kontrol}} \right\} \times 100$$

Kapasitas antioksidan diperoleh dengan mengonversikan nilai % scavenging berdasarkan kurva standar. Kapasitas antioksidan dinyatakan sebagai ekuivalen mg vitamin C (VCE) per 100 mL. Kurva standar vitamin C diperoleh dari % aktivitas antioksidan terhadap penghambatan DPPH yang diplotkan terhadap berbagai konsentrasi vitamin C. Konsentrasi vitamin C sebagai berikut: 0, 0.5, 1, 1.5 dan 2 mg per 100 mL akuades.

2.5 Analisis Data

Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 6 kali pembuatan sebagai kelompok data yang diperoleh dianalisis dengan ANOVA. Jika perlakuan berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji Tukey. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan program SAS versi 9.4. Model persamaan analisis statistiknya sebagai berikut:

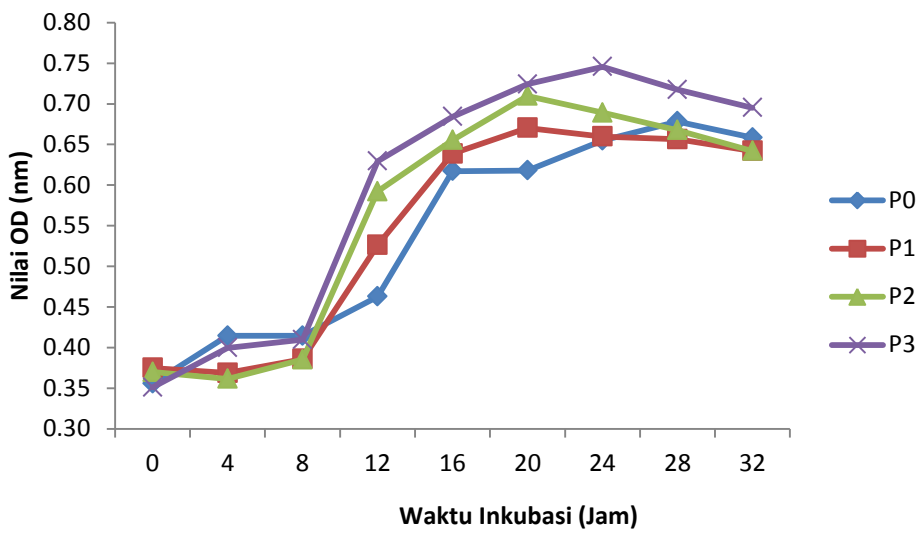
$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

- Y_{ij} : Respon akibat pengaruh jenis faktor perlakuan dengan persentase pemberian sari kurma taraf ke-i dan periode taraf ke-j.
- μ : Rataan umum.
- α_i : Pengaruh perlakuan dengan persentase penambahan sari kurma ke-i (P0;0%, P1;10%, P2;15%, dan P3;20%) terhadap whey fermentasi.
- β_j : Pengaruh dari kelompok periode ke-j (waktu pelaksanaan yang berbeda).
- ϵ_{ij} : Error akibat perlakuan ke-i pada kelompok ke-j

III HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat dan pH

Pertumbuhan BAL di dalam media whey perlu dikaji untuk mengetahui waktu inkubasi optimum yang akan mempengaruhi karakteristik produk fermentasi yang dihasilkan. Pertumbuhan BAL pada minuman whey fermentasi dengan penambahan sari kurma dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kurva pertumbuhan BAL pada minuman whey fermentasi dengan penambahan sari kurma selama 32 jam. P0=sebagai kontrol (tanpa penambahan sari kurma), P1=penambahan sari kurma 10%, P2=penambahan sari kurma 15%, P3=penambahan sari kurma 20%

Gambar 3.1 menunjukkan bahwa populasi BAL pada setiap perlakuan umumnya meningkat seiring dengan lamanya waktu inkubasi, hingga pada waktu inkubasi 20 jam laju pertumbuhan bakteri asam laktat berbeda nyata ($p < 0.05$) diantara perlakuan pada waktu inkubasi jam ke-8 hingga jam ke-20. Pertumbuhan BAL tertinggi pada inkubasi jam ke-8 diperoleh pada perlakuan P0 (0%) tanpa penambahan sari kurma didapat nilai OD (*optical density*) 0.41 nm, namun pada waktu inkubasi jam ke-12, 16, 20, 24, 28, dan 32 nilai tertinggi diperlihatkan pada perlakuan P3 dengan penambahan sari kurma 20% dengan nilai OD berturut-turut 0.63, 0.68, 0.72, 0.75, 0.72 dan 0.70 nm. Berdasarkan kurva pertumbuhan BAL pada Gambar 3.1, menunjukkan bahwa penambahan sari kurma pada setiap perlakuan berdampak positif terhadap pertumbuhan BAL sehingga substrat antibakteri yang terdapat pada sari kurma tidak berdampak negatif terhadap pertumbuhan BAL. Adanya kandungan sukrosa pada sari kurma menyebabkan tingginya nilai OD pada perlakuan penambahan sari kurma dibandingkan dengan kontrol tanpa penambahan sari kurma. Syah *et al.* (2017b) menyatakan bahwa BAL mampu memanfaatkan sukrosa sebagai media pertumbuhannya.

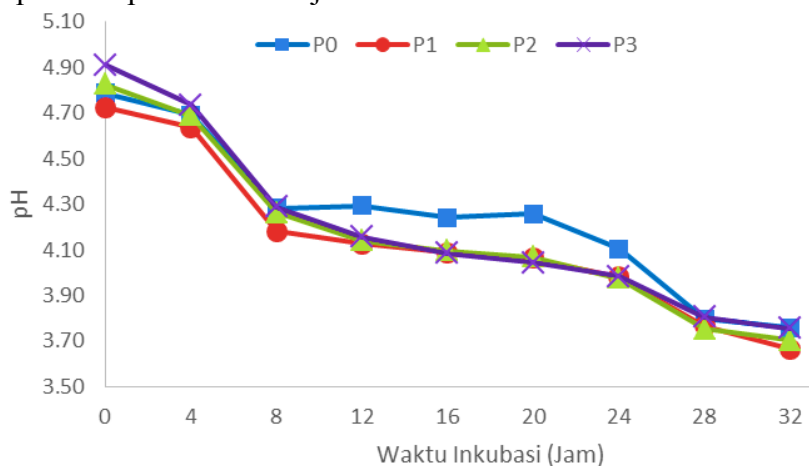
Berdasarkan kurva pertumbuhan BAL pada Gambar 3.1. menunjukkan bahwa fase *lag* (adaptasi) BAL terjadi pada waktu inkubasi jam ke-0 hingga jam ke-8. Pada fase *lag* berlangsung cukup lama, hal ini terjadi karena BAL baru saja menyesuaikan diri terhadap media. Hasil dari penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Syah *et al.* (2017a) dan Puspawati *et al.* (2010) bahwa pertumbuhan BAL pada media whey fase *lag* yang terjadi pada jam ke-0 sampai jam ke-8 yang berlangsung cukup lama karena disebabkan BAL baru bisa beradaptasi dengan media yang baru.

Fase logaritmik dimulai dari jam ke-8 hingga jam ke-20. Hal ini dapat terlihat dari pertumbuhan BAL yang meningkat secara signifikan. Menurut Yuliana (2012) BAL biasanya mencapai fase logaritmik pada waktu inkubasi jam ke-8 hingga jam ke-24, namun tergantung pada media dan *strain* bakteri. Fase

stasioner BAL terjadi pada waktu inkubasi di atas jam ke-20, dimana pertumbuhan BAL relatif lebih lambat dan cenderung stabil dan konsentrasi biomassa menjadi maksimal (Puspawati *et al.* 2010). Pertumbuhan BAL sangat bergantung pada aktivitas metabolisme yang dipengaruhi oleh ketersediaan makanan di dalam media. Menurut Delgado-Fernández *et al.* (2019) dan Ayad *et al.* (2020) ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi laju pertumbuhan BAL yaitu kurma yang mengandung fruktosa dan glukosa hanya terdiri dari dua pertiga dari daging kurma, sehingga lamanya waktu fermentasi dan jumlah substrat yang ditambahkan sangat mempengaruhi laju pertumbuhan BAL.

Menurut M'hir *et al.* (2019) pH merupakan faktor penting yang sangat mempengaruhi kualitas produk fermentasi, oleh karena itu perlu adanya pengukuran pH. Selama fermentasi, pH MWFSK mengalami penurunan dengan kisaran rata-rata antara 4.81-3.72 setelah fermentasi selama 32 jam (Gambar 3.2). Tidak terdapat perbedaan yang nyata ($p > 0.05$) di antara perlakuan yang ditambahkan sari kurma pada inkubasi jam ke-0 sampai jam ke-8. Kemudian, pada inkubasi jam ke-12 perbedaan nyata ($p < 0.05$) terlihat pada perlakuan yang ditambahkan sari kurma jika dibandingkan dengan kontrol tanpa penambahan sari kurma 0% (P0) dan berlanjut pada jam ke-32.

Penurunan pH terendah diantara semua perlakuan ditunjukkan pada taraf pemberian sari kurma 20% (P3) yaitu pH 4.91 pada jam ke-0 menjadi pH 3.76 setelah jam ke-32 inkubasi, sedangkan nilai pH tertinggi ditunjukkan pada perlakuan tanpa penambahan sari kurma atau kontrol 0% yaitu pH 4.79 jam ke-0 menjadi pH 3.76 pada inkubasi jam ke-32.



Gambar 3.2 Kurva penurunan nilai pH pada minuman whey fermentasi dengan penambahan sari kurma selama 32 jam. P0=sebagai kontrol (tanpa penambahan sari kurma), P1=penambahan sari kurma 10%, P2=penambahan sari kurma 15%, P3=penambahan sari kurma 20%

Penambahan sari kurma menyebabkan turunnya nilai pH. Hal ini diakibatkan oleh adanya aktivitas metabolisme BAL yang merubah kandungan gula yang terdapat pada media menjadi asam-asam organik. Beux *et al.* (2020) menyatakan bahwa penurunan pH diakibatkan dari hasil proses fermentasi yang melibatkan aktivitas metabolisme BAL sehingga substrat yang terkandung dalam media berubah menjadi asam-asam organik seperti asam laktat dan asam asetat. Gänzle (2015) juga menyatakan bahwa produk utama dari metabolisme BAL

adalah asam-asam organik yang bergantung pada waktu fermentasi, komposisi kultur dan sebagian besar aktivitas metabolisme BAL yang ditentukan pada ketersediaan makanan yang difermentasikan.

3.2 Komposisi Kimiawi dan Total Asam Titrasi

Pengujian komposisi kimiawi pada minuman whey fermentasi dengan penambahan sari kurma (Tabel 3.1) tidak menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p > 0.05$) diantara perlakuan terhadap semua nilai peubah yang diuji. Hasil tersebut berbeda dengan hasil penelitian Syah *et al.* (2017a) yang menyatakan bahwa whey dengan penambahan sukrosa akan meningkatkan kadar abu, karbohidrat dan penurunan kadar air dan kadar protein dibandingkan dengan whey tanpa penambahan sukrosa. Hal tersebut kemungkinan karena perbedaan bahan dan konsentrasi karbohidrat yang ditambahkan.

Tabel 3.1 Komposisi kimia dan total asam titrasi pada minuman whey fermentasi dengan penambahan sari kurma

Peubah (%)	Penambahan sari kurma			
	0%	10%	15%	20%
Kadar Air	96.07±4.30	91.53±0.07	90.31±0.04	89.06±0.04
Kadar Abu	0.21±0.27	0.39±0.10	0.43±0.05	0.63±0.03
Lemak	0.27±0.03	0.26±0.01	0.22±0.02	0.22±0.08
Protein	1.77±0.16	1.50±0.68	1.16±0.04	1.09±0.06
Serat Kasar	0.01±0.00	0.02±0.00	0.02±0.01	0.02±0.00
TAT	1.75±0.06d	2.10±0.03c	2.23±0.08b	2.36±0.04a

Huruf yang berbeda di belakang angka pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0.05$).

Berdasarkan hasil uji TAT menunjukkan adanya hasil yang berbeda nyata ($p < 0.05$) akibat perlakuan penambahan sari kurma (Tabel 3.1). Semakin tinggi penambahan sari kurma maka semakin besar nilai TAT yang diperoleh. Nilai TAT tertinggi diperoleh pada penambahan sari kurma 20% yaitu 2.36% sedangkan nilai terendah ditunjukkan pada kontrol dengan nilai 1.75%. Nilai total asam yang dihitung adalah hasil dari metabolisme dari *L. fermentum* B111K yang memanfaatkan semua sumber nutrisi yang terkandung dalam minuman whey fermentasi dengan penambahan sari kurma. Menurut Ni *et al.* (2019) menyatakan bahwa selama fermentasi BAL memproduksi asam laktat dan asam asetat dari aktivitas metabolisme dan menurunkan pH secara bertahap.

3.3 Total Bakteri Asam Laktat dan Aktivitas Antibakteri

Pengujian Total BAL bertujuan mengetahui kemampuan hidup BAL pada proses produksi minuman whey fermentasi dengan penambahan sari kurma selama 24 jam. Populasi BAL dapat dilihat pada Tabel 3.2. Populasi BAL tiap perlakuan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($p > 0.05$), namun secara deskriptif menunjukkan bahwa populasi BAL semakin meningkat seiring dengan meningkatnya penambahan sari kurma. Total BAL yang tidak berbeda nyata diantara perlakuan menunjukkan bahwa sari kurma yang ditambahkan toleran terhadap BAL, sehingga BAL dapat tumbuh secara optimal. Populasi BAL

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

tertinggi ditunjukkan pada penambahan sari kurma 20% yaitu sebesar 10.14 log cfu mL⁻¹. sedangkan populasi BAL terendah ditunjukkan pada penambahan sari kurma 0% dengan nilai 9.49 log cfu mL⁻¹. Hasil penelitian ini lebih tinggi dari pada hasil penelitian Syah *et al.* (2017b). Moslehisad *et al.* (2013) dan Zhang *et al.* (2011) yaitu berkisar antara 7.28-8.90 log cfu mL⁻¹. Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Febrisantosa *et al.* (2013) yang melaporkan bahwa populasi BAL berkisar antara 9.67-11.20 log cfu mL⁻¹.

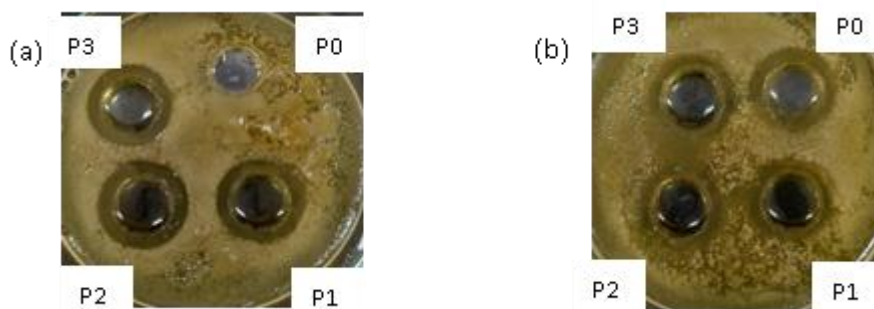
Jumlah Populasi BAL pada semua perlakuan telah memenuhi syarat ambang batas minimum yang telah disyaratkan oleh CODEX STAN 234-2003 yaitu minimal 7 log cfu mL⁻¹. Populasi BAL yang tinggi diduga disebabkan oleh kondisi lingkungan dan nutrisi di dalam media fermentasi yang baik untuk pertumbuhan BAL. Aktivitas metabolisme BAL bergantung pada kandungan karbohidrat yang dibutuhkan oleh BAL seperti laktosa, glukosa, fruktosa dan sukrosa. Hal ini didukung oleh Hastuti (2020) bahwa proses fermentasi BAL pada umumnya memanfaatkan karbohidrat seperti glukosa, fruktosa dan sukrosa sebagai sumber nutrisi utama.

Tabel 3.2 Total BAL dan diameter zona hambat terhadap *S. aureus* dan *E. coli* pada minuman whey fermentasi dengan penambahan sari kurma

Penambahan sari kurma	Total BAL (log cfu mL ⁻¹)	Diameter zona hambat (mm)	
		<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922
0%	9.49±0.07	6.14±1.30b	3.11±2.30b
10%	9.76±0.22	7.12±1.21ab	6.73±0.36ab
15%	9.92±0.71	9.07±1.22ab	9.43±2.10a
20%	10.14±1.16	10.43±1.47a	9.64±1.29a

Huruf yang berbeda di belakang angka pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0.05$).

Aktivitas antibakteri dapat diketahui dari diameter zona hambat yang terbentuk. Bakteri patogen yang digunakan yaitu *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) ATCC 25923 (Gram positif) dan *Escherichia coli* (*E. coli*) ATCC 25922 (Gram negatif). dengan populasi bakteri masing-masing yaitu 2.04×10^8 dan 2.5×10^7 cfu mL⁻¹. Hasil dari pengujian aktivitas antibakteri dengan bakteri uji (*S. aureus* ATCC 25923 dan *E. coli* ATCC 25922) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sari kurma memiliki kemampuan antibakteri yang dapat menghambat bakteri patogen uji secara signifikan ($p < 0.05$) baik pada bakteri gram positif (*S. aureus* ATCC 25923) maupun gram negatif (*E. coli* ATCC 25922) yang ditunjukkan pada diameter zona hambat pada Gambar 3.3. Semakin tinggi konsentrasi penambahan sari kurma menunjukkan bahwa diameter zona hambat yang terbentuk semakin besar, seperti yang terlihat pada Gambar 3.3. Daya hambat bakteri tertinggi ditunjukkan pada taraf penambahan sari kurma 20% pada bakteri *S. aureus* ATCC 25923 dan *E. coli* ATCC 25922 dengan besaran diameter zona hambat berturut-turut yaitu 10.43 mm dan 9.64 mm.



Gambar 3.3 Zona hambat isolat BAL *L. fermentum* B111K terhadap bakteri patogen. (a) bakteri *E. coli* ATCC 25923, (b) *S. aureus* ATCC 25922

Perlakuan kontrol tanpa penambahan sari kurma tetap memiliki aktivitas antibakteri karena menurut Das *et al.* (2013) menyatakan bahwa supernatan tanpa sel yang dihasilkan dari *Lactobasillus* adalah suatu senyawa yang mengandung beberapa antibakteri sehingga mampu menghambat mikroorganisme patogen, yaitu asam laktat dan hidrogen peroksida. Bao *et al.* (2010) juga melaporkan bahwa BAL dapat menghasilkan asam laktat, CO₂, etanol dan senyawa volatil seperti diasetil, dari hasil proses fermentasi yang terakumulasi. Falah *et al.* (2019) dan Jeong *et al.* (2018) juga menambahkan bahwa mekanisme penghambatan bakteri patogen didasarkan pada produksi asam organik, hidrogen peroksida, asam lemak peroksi dan karbon dioksida serta bakterisin, dimana zat tersebut dapat menembus membran ke intraseluler yang pada akhirnya mengarah pada aktivitas antibakteri. Perlakuan penambahan sari kurma memiliki diameter zona hambat yang lebih besar karena sari kurma memiliki substrat antibakteri. Menurut Sani *et al.* (2017), kurma memiliki aktivitas antibakteri karena adanya saponin dan flavonoid yang mampu membentuk pori-pori pada membran sehingga memberikan efek bakterisidal.

3.4 Total Fenol dan DPPH Antioksidan

Fenol adalah senyawa aktif yang dapat menangkap radikal bebas sehingga berfungsi sebagai antioksidan. Wahyuni dan Indradewi (2015) menyatakan bahwa senyawa fenol adalah salah satu senyawa yang bersifat reaktif sebagai antioksidan sehingga mampu mencegah dan mengurangi terjadinya proses oksidasi.

Kandungan total fenol dapat dilihat di Tabel 3.3 mengandung total fenol paling rendah 280 mg EAG/mL pada kontrol (0%) atau tanpa penambahan sari kurma dibandingkan dengan whey fermentasi dengan penambahan sari kurma 20% paling tinggi sebesar 560 mg EAG/mL. Masing-masing perlakuan dengan penambahan sari kurma menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0.05$). Hal ini dimungkinkan karena adanya penambahan sari kurma yang dimanfaatkan BAL dalam mendegradasi karbohidrat selama proses fermentasi sehingga terbentuk asam-asam organik terutama asam laktat. Primurdia dan Kusnadi (2014) melaporkan bahwa selama fermentasi berlangsung terjadi aktivitas metabolisme BAL yang mensintesa karbohidrat atau gula sehingga terbentuknya asam-asam organik seperti asam laktat. Khosravi *et al.* (2019) melaporkan juga bahwa selama fermentasi BAL akan menghidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa dan selanjutnya diubah menjadi asam asetat dan asam glukonat.

Tabel 3.3 Total fenolat, aktivitas penghambatan terhadap DPPH dan kapasitas antioksidan pada minuman whey fermentasi dengan penambahan sari kurma

Penambahan sari kurma	Fenol (mg EAG/mL)	Aktivitas penghambatan terhadap DPPH %	Kapasitas antioksidan (mg VCE/mL)
0%	280±0.007d	62.72 ± 0.43c	243.23 ± 3.07c
10%	419±0.014c	78.63 ± 0.83b	357.02 ± 5.94b
15%	489±0.020b	79.89 ± 0.51b	366.01 ± 3.68b
20%	560±0.025a	83.92 ± 0.47a	394.83 ± 3.33a

Huruf yang berbeda di belakang angka pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0.05$).

Penurunan DPPH sejalan dengan besarnya nilai kandungan total fenolik pada whey dengan penambahan sari kurma yang difermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa fenolik bekerja dalam menangkal radikal DPPH.

Dari hasil pengujian aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap penambahan sari kurma. Nilai dari hasil pengujian aktivitas dan kapasitas antioksidan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.3. Aktivitas penghambatan terhadap DPPH pada penelitian ini berkisar 62.72%-83.92% dan kapasitas antioksidan berkisar 243.23-394.83 mg VCE/mL. Nilai rata-rata yang tertinggi pada aktivitas penghambatan DPPH dan kapasitas antioksidan terdapat pada penambahan sari kurma 20% yaitu 83.92% dan 394.83 sedangkan nilai rata-rata terendah ditunjukkan pada kontrol (0%). Perlakuan pada kontrol masih terdapat penghambatan radikal DPPH karena whey mozarella mempunyai kandungan laktosa, serta asam sitrat dalam pembuatannya. M'hir *et al* (2019) melaporkan bahwa whey memiliki sifat antioksidan karena mengandung senyawa fenol seperti asam sinamat dan rantai peptida.

Aktivitas antioksidan pada fermentasi whey disebabkan adanya penambahan sari kurma sebagai mana telah banyak dilakukan penelitian sebelumnya tentang sari kurma yang diungkapkan oleh Al-farsi *et al.* (2018) bahwa sari kurma adalah sumber antioksidan yang sangat potensial karena mempunyai senyawa fenolik dan flavonoid. Sari kurma mempunyai kandungan total gula sebesar 67.35 g/100g yang meliputi fruktosa 18.49 g/100g, glukosa 18.93 g/100g, sukrosa 31.92 g/100g (Souli *et al.* 2016). Gula-gula tersebut dimanfaatkan oleh BAL sebagai aktivitas metabolisme sehingga menjadi produk asam-asam organik terutama asam laktat.

IV Pembahasan Umum

Keju adalah hasil dari koagulasi susu sehingga terjadi proses penggumpulan dan menghasilkan hasil sampingan yaitu whey yang jumlahnya lebih banyak daripada keju yang dihasilkan. Produksi 1 kg keju membutuhkan 10 L susu dan menghasilkan whey sebanyak 8-9 L (Syah *et al.* 2017a). whey masih mengandung beberapa nutrisi seperti laktosa, protein, lemak, asam laktat, dan sejumlah nutrisi minor seperti laktoferin, laktoperoksidase, lisozim, immunoglobulin, zat besi, iodin, dan vitamin (De Witt 2001).

Whey dapat berpotensi masalah lingkungan karena tingginya volume produksi yang dihasilkan dan tingginya bahan organik yang terkandung dalam whey dengan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) berkisar 60.000-80.000 ppm (Magalhães *et al.* 2010), oleh sebab itu salah satu cara pemanfaatan whey adalah dengan menjadikan whey sebagai produk minuman, salah satu caranya adalah dengan memfermentasikan whey melalui pemanfaatan bakteri asam laktat (BAL) untuk menghasilkan produk yang bernilai gizi tinggi dan bermanfaat untuk kesehatan.

Proses fermentasi merupakan suatu hal yang murah dan mudah untuk memperkaya dan memberi nilai tambah pada whey, baik secara ekonomi maupun nilai gizi dan memiliki fungsi kesehatan, dengan memberikan rasa yang khas pada whey (Legarová dan Kouřimská. 2010). Penggunaan BAL mampu menghambat bakteri patogen karena dapat menghasilkan senyawa antimikroba (patogen). Salah satu BAL lokal Indonesia yang berpotensi untuk dikembangkan adalah *Lactobacillus fermentum* B111K. Bakteri ini diisolasi dari dangke dari susu sapi atau kerbau (Syah *et al.* 2017b). *L. fermentum* B111K memiliki keunggulan mampu bertahan terhadap pH rendah dan garam empedu (Syah *et al.* 2017a).

Optimalisasi proses fermentasi whey dengan bakteri *L. fermentum* B111K dapat dilakukan dengan penambahan substrat yang mendukung pertumbuhan BAL. Salah satu substrat yang dapat dimanfaatkan dengan mudah yaitu sari kurma. Kurma (*Phoenix dactylifera* L) adalah salah satu pohon besar yang tumbuh subur disepanjang tanah timur tengah (El-Assar *et al.* 2005). Buah kurma mengandung senyawa senyawa fenolik yang bersifat asam yaitu asam ferulat dan sebagian yang merupakan turunan dari asam sinamat (Primurdia dan Kusnadi. 2014) dan senyawa lainnya seperti alkaloid, flavonoid, steroid, tannin, estertepen, karbohidrat, vitamin, β -karoten, gula, protein, lemak, serat, kalium, kalsium, zat besi, klorin, tembaga, magnesium, sulfur, fosfor, dan beberapa enzim (Onuh *et al.* 2012 dan Vyawahare *et al.* 2009).

Pada penelitian ini diperoleh produk minuman whey fermentasi dengan penambahan substrat sari kurma yang memberikan kemampuan antibakteri dan antioksidan. Diperolehnya pruduk tersebut didasari oleh data-data yang mendukung. Data-data variabel tersebut diantaranya adalah kurva pertumbuhan bakteri, pH, persentase total asam tertitrasi dan pengujian kualitas kimia, total bal, aktivitas antibakteri, aktivitas dan kapasitas antioksidan.

Kurva pertumbuhan BAL di dalam media whey perlu dikaji untuk mengetahui waktu inkubasi optimum yang akan mempengaruhi karakteristik produk fermentasi yang dihasilkan. Berdasarkan kurva pertumbuhan BAL menunjukkan bahwa penambahan sari kurma pada setiap perlakuan berdampak positif terhadap pertumbuhan BAL. Adanya kandungan sukrosa pada sari kurma menyebabkan tingginya nilai OD pada perlakuan penambahan sari kurma dibandingkan dengan kontrol tanpa penambahan sari kurma. Syah *et al.* (2017b) menyatakan bahwa BAL mampu memanfaatkan sukrosa sebagai media pertumbuhannya.

Faktor pertumbuhan BAL tidak terlepas dari faktor internal dan eksternal. Faktor internal diantaranya adalah pH dan kesediaan nutrisi yang cukup pada media untuk metabolime BAL sehingga dapat meningkat populasinya. Menurut

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

M'hir *et al.* (2019) pH merupakan faktor penting yang sangat mempengaruhi kualitas produk fermentasi. Selama fermentasi pada penelitian ini, pH minuman whey fermentasi dengan penambahan substrat sari kurma mengalami penurunan dengan kisaran rata-rata antara 4.81-3.72 setelah fermentasi selama 32 jam. Beux *et al.* (2020) menyatakan bahwa penurunan pH diakibatkan dari hasil proses fermentasi yang melibatkan aktivitas metabolisme BAL sehingga substrat yang terkandung dalam media berubah menjadi asam-asam organik seperti asam laktat dan asam asetat. Hal ini juga yang nantinya berpengaruh terhadap persentase kandungan total asam tertitrisasi (TAT).

Nilai TAT pada penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh nyata diantar perlakuan, terutama pada konsentrasi sari kurma 20% dan kontrol. Nilai TAT tertinggi pada penelitian ini dengan penambahan sari kurma 20% yaitu 2.36% sedangkan nilai terendah ditunjukkan pada kontrol dengan nilai 1.75%. Nilai total asam yang dihitung adalah hasil dari metabolisme dari *L. fermentum* B111K yang memanfaatkan semua sumber nutrisi yang terkandung dalam minuman whey fermentasi dengan penambahan sari kurma. Menurut Ni *et al.* (2019) menyatakan bahwa selama fermentasi BAL memproduksi asam laktat dan asam asetat dari aktivitas metabolisme dan menurunkan pH secara bertahap.

Penambahan sari kurma pada whey fermentasi tidak berbeda nyata terhadap komposisi kimia, tetapi komposisi kimia dalam penelitian ini menyebabkan peningkatan kadar abu dan serat kasar yang diiringi dengan menurunnya kadar air, lemak, dan protein. Hal ini justru memberikan dampak positif terhadap sari kurma yang ditambahkan ke dalam whey fermentasi karena kandungan nilai gizi whey tidak mempengaruhi secara nyata terhadap komposisi nilai gizinya, tetapi justru memberikan dampak positif terhadap kandungan yang lain seperti total BAL, total fenol dan memberikan kemampuan antibakteri dan antioksidan.

Total BAL bertujuan mengetahui kemampuan hidup BAL pada proses produksi minuman whey fermentasi dengan penambahan sari kurma selama 24 jam. Total BAL pada penelitian ini tidak berbeda nyata terhadap penambahan sari kurma dibandingkan dengan kontrol, sehingga hal ini justru membuktikan bahwa BAL toleran terhadap sari kurma yang ditambahkan dan BAL mampu tumbuh secara optimal. Populasi BAL tertinggi ditunjukkan pada penambahan sari kurma 20% yaitu sebesar $10.14 \log \text{ cfu mL}^{-1}$, sedangkan populasi BAL terendah ditunjukkan pada penambahan sari kurma 0% dengan nilai $9.49 \log \text{ cfu mL}^{-1}$. Hasil penelitian ini lebih tinggi dari pada hasil penelitian Syah *et al.* (2017b). Moslehisad *et al.* (2013) dan Zhang *et al.* (2011) yaitu berkisar antara 7.28-8.90 $\log \text{ cfu mL}^{-1}$. Jumlah Populasi BAL pada penelitian ini telah memenuhi syarat ambang batas minimum yang telah disyaratkan oleh CODEX STAN 234-2003 yaitu minimal $7 \log \text{ cfu mL}^{-1}$.

Populasi BAL yang tinggi dan adanya penambahan substrat sari kurma sangat mempengaruhi aktivitas antibakteri. Aktivitas antibakteri dapat diketahui dari diameter zona hambat yang terbentuk. Bakteri patogen uji yang digunakan yaitu *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) ATCC 25923 (Gram positif) dan *Escherichia coli* (*E. coli*) ATCC 25922 (Gram negatif). dengan populasi bakteri masing-masing yaitu 2.04×10^8 dan $2.5 \times 10^7 \text{ cfu mL}^{-1}$. Hasil dari pengujian aktivitas antibakteri dengan bakteri uji (*S. aureus* ATCC 25923 dan *E. coli* ATCC 25922) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sari kurma memiliki kemampuan antibakteri yang dapat menghambat bakteri patogen uji secara

signifikan baik pada bakteri gram positif (*S. aureus* ATCC 25923) maupun gram negatif (*E. coli* ATCC 25922) yang ditunjukkan pada diameter zona hambat. Daya hambat bakteri tertinggi ditunjukkan pada taraf penambahan sari kurma 20% pada bakteri *S. aureus* ATCC 25923 dan *E. coli* ATCC 25922 dengan besaran diameter zona hambat berturut-turut yaitu 10.43 mm dan 9.64 mm hal ini didukung oleh pendapat Sani *et al.* (2017) bahwa, kurma memiliki aktivitas antibakteri karena adanya saponin dan flavonoid yang mampu membentuk pori-pori pada membran sehingga memberikan efek bakterisidal.

Fenol adalah senyawa aktif yang dapat menangkap radikal bebas sehingga berfungsi sebagai antioksidan. Wahyuni dan Indradewi (2015) menyatakan bahwa senyawa fenol adalah salah satu senyawa yang bersifat reaktif sebagai antioksidan sehingga mampu mencegah dan mengurangi terjadinya proses oksidasi.

Kandungan total fenol pada penelitian inipaling rendah 280 mg EAG/mL pada kontrol (0%) atau tanpa penambahan sari kurma dibandingkan dengan whey fermentasi dengan penambahan sari kurma 20% paling tinggi sebesar 560 mg EAG/mL. Hal ini dimungkinkan karena adanya penambahan sari kurma yang dimanfaatkan BAL dalam mendegradasi karbohidrat selama proses fermentasi sehingga terbentuk asam-asam organik terutama asam laktat. Primurdia dan Kusnadi (2014) melaporkan bahwa selama fermentasi berlangsung terjadi aktivitas metabolisme BAL yang mensintesa karbohidrat atau gula sehingga terbentuknya asam-asam organik seperti asam laktat.

Besarnya kandungan total fenolik pada whey dengan penambahan sari kurma yang difermentasi sejalan dengan besarnya nilai penurunan radikal DPPH. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa fenolik bekerja dalam menangkalkan radikal DPPH. Nilai dari hasil pengujian aktivitas dan kapasitas antioksidan pada penelitian ini adalah berkisar 62.72%-83.92% Aktivitas penghambatan terhadap DPPH dan kapasitas antioksidan berkisar 243.23-394.83 mg VCE/mL, nilai rata-rata yang tertinggi pada aktivitas penghambatan DPPH dan kapasitas antioksidan terdapat pada penambahan sari kurma 20% yaitu 83.92% dan 394.83 sedangkan nilai rata-rata terendah ditunjukkan pada kontrol (0%).

Aktivitas antioksidan pada fermentasi whey disebabkan adanya penambahan sari kurma sebagai mana telah banyak dilakukan penelitian sebelumnya tentang sari kurma yang diungkapkan oleh Al-farsi *et al.* (2018) bahwa sari kurma adalah sumber antioksidan yang sangat potensial karena mempunyai senyawa fenolik dan flavonoid. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan substrat sari kurma terbukti mampu menangkap radikal bebas DPPH dan memberikan efek antibakteri patogen pada gram negatif dan positif.

V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Produk minuman whey fermentasi dengan penambahan sari kurma pada taraf 20% yang difermentasikan dengan bakteri *L. fermentum* B111K selama 24 jam telah terbukti memiliki kemampuan antibakteri dan antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol yang tidak diberikan penambahan sari kurma.

5.2 Saran

Perlu dilakukan pengujian fisik, masa simpan dan juga organoleptik pada panelis untuk melihat sejauh mana tingkat kesukaan produk minuman fermentasi whey dengan penambahan sari kurma.

VIPUSTAKA

- Al-Farsi K, Al-Habsi NA, Al-Khusaibi M. 2018. The potential antioxidant properties of date products: A concise update. *Can. J. Clin. Nutr.* 6:84-104.
- Aljasass FM, Aleid SM, El-Neshwy AA. 2010. Utilization of dates in the manufacture of new probiotic dairy food. *First annual report. Date Palm Research Center. King Faisal University. Al-Ahsa. Project No. PR3.*
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis of AOAC International.* Di dalam: Howitz W. *et al.* editor. *Dairy Products.* Gaithersburg. Maryland (USA):AOAC International. 33:1-15.
- Ayad AA, Williams LA, Gad El-Rab DA, Ayivi R, Colleran HL, Aljaloud S, Ibrahim SA. 2020. A review of the chemical composition, nutritional and health benefits of dates for their potential use in energy nutrition bars for athletes. *Cogent Food & Agriculture.* 6(1):1809309.
- Balouiri M, Sadiki M, Ibsouda SK. 2016. Methode For *In Vitro* Evaluating Antimicrobial Activity: A Review. *Journal of Pharmaceutical Analysis.* 6(2):71-79.
- Beux S, Todescatto C, Marchi JF, Pereira EA. 2020. Selection of raw cow's milk thermophilic lactic acid bacteria obtained from southwest Parana, Brazil, with potential use as autochthonous starter. *Brazilian Journal of Food Technology.* 23:1981-6723.
- Das JK, Mishra D, Ray P, Tripathy P, Beuria TK, Singh N, Suar M. 2013. In vitro evaluation of anti-infective activity of a *Lactobacillus plantarum* strain against *Salmonella enterica* serovar Enteritidis. *Gut Pathogens.* 5(1):11.
- De Wit JN. 2001. Lecture's Handbook on Whey and Whey Product. *European Whey Products Association. Brussels. Belgium.*
- Delgado-Fernández P, Corzo N, Olano A, Hernández-Hernández O, Moreno FJ. 2019. Effect of selected prebiotics on the growth of lactic acid bacteria and physicochemical properties of yoghurts. *International Dairy J.* 89:77-85.
- El-Assar AM, Krueger RR, Devanand PS, Chao CT. 2005. Genetic Analysis of Egyptian date (*Phoenix dactylifera L.*) Accession Using AFLP Markers. *Genet. Resour. Crop Evol.* 52:601-607.
- Falah F, Vasiee A, Behbahani BA, Yazdi FT, Moradi S, Mortazavi SA, Roshanak S. 2019. Evaluation of adherence and anti-infective properties of probiotic *Lactobacillus fermentum* strain 4-17 against *Escherichia coli* causing urinary tract infection in humans. *Microbial pathogenesis.* 131:246-253.
- Febriantosa A, Purwanto BP, Widyastuti Y, Arief II. 2013. Physical, Chemical and Microbiological Characteristics of Whey Kefir and Its Angiotensin Converting Enzyme (ACE) Inhibitory Act. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan.* 24(2):147-147.

- Gänzle MG. 2015. Lactic metabolism revisited: metabolism of lactic acid bacteria in food fermentations and food spoilage. *Current Opinion in Food Science*. 2:106-117.
- Hastuti LI. 2020. Kemampuan fermentasi bal dengan substrat susu kacang merah. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*. 6(2):116-122.
- Jeong D, Kim DH, Song KY, Seo KH. 2018. Antimicrobial and anti-biofilm activities of *Lactobacillus kefirifaciens* DD2 against oral pathogens. *Journal of oral microbiology*.10(1):1472985.
- Khosravi S, Safari M, Emam-Djomeh Z, Golmakani MT. 2019. Development of fermented date syrup using Kombucha starter culture. *Journal of Food Processing and Preservation*. 43(2):e13872.
- Legarová V dan Kouřimská L. 2010. Sensory quality evaluation of whey-based beverages. *Mljekarstvo*. 60(4):280-287.
- M'hir S, Rtibi K, Mejri A, Ziadi M, Aloui H, Hamdi M, Ayed L. 2019. Development of a Novel Whey Date Beverage Fermented with Kefir Grains Using Response Surface Methodology. *Journal of Chemistry*. 2019.
- Magalhães KT, Pereira MA, Nicolau A, Dragone G, Domingues L, Teixeira JA, de Almeida Silva JB, Schwan RF. 2010. Production of fermented cheese whey-based beverage using kefir grains as starter culture: Evaluation of morphological and microbial variations. *Bioresour Technol*. 101(22):8843-8850.
- Masmoudi M, Besbes S, Blecker C, Attia H. 2010. Preparation and characterization of jellies with reduced sugar content from date (*Phoenix dactylifera* L) and lemon (*Citrus limon* L) by-products. *Fruits*. 65 (1):21–29.
- Ni H dan Raikos V. 2019. Lactic-acid bacteria fermentation-induced effects on microstructure and interfacial properties of oil-in-water emulsions stabilized by goat-milk proteins. *LWT-Food Science and Technology*. 109:70-76.
- Onuh SN, Ukaejiofo EO, Achukwu PU, Ufelle SA, Okwuosa CN, Chukwuka CJ. 2012. Haemopoietic Activity and Effect of Crude Fruit Extract of *Phoenix dactylifera* on Peripheral Blood Parameters. *BioMedSci Direct Publication*. 3(2):1720-1723.
- Primurdia EG dan Kusnadi J. 2014. Aktivitas antioksidan minuman probiotik sari kurma (*Phoenix dactylifera* L.) dengan isolat *L. Plantarum* dan *L. casei* [IN PRESS JULI 2014]. *JPA*. 2(3):98-109.
- Puspawati NN, Nuraida L, Adawiyah, DR. 2010. Utilization of various cryogenic agents during freeze drying to Maintain the viability of Lactic. *JTIP*. 21(1):59-59.
- Sabbah M, Legowo AM, Pramono YB. 2012. The Effect of Different Ratio of Bacteria (*Lactobacillus Bulgaricus* + *Streptococcus Thermophilus* and *Bifidobacterium Longum*. Atcc15707) On Characteristics of Yogurt At Different Storage Period. *J Applied Food Technology*. 1(2):32-38.
- Souli I, Bagues M, Lachehib B, Ferchichi A. 2016. Nutritional values and antioxidant activities of juice extracted from some Tunisian date varieties. *J New Sciences*. 35.
- Standard C. 2011. Codex Standard for Fermented Milks: Codex Stan 243-2003. *FAO United Nations: Roma*.
- Subagio A, Morita N. 2001. No effect of esterification with fatty acid on antioxidant activity of lutein. *Food research international*. 34(4):315-320.

- Steel RGD, Torrie JH. 1995. *Prinsip dan Prosedur Statistika Suatu Pendekatan Biometri Ed ke-1*. Terjemahan Bambang S. Jalarta (ID): PT Gramedia Pustaka Utama.
- Syah SP, Sumantri C, Arief II, Taufik E. 2017a. Karakteristik Minuman yang Difermentasikan Dengan Bakteri Asam Laktat Indigenous Asal Dangke. *J Tekn.* 28(2):129-138.
- Syah SP, Sumantri C, Arief II, Taufik E. 2017b. Strainion and identification of indigenous lactic acid bacteria by sequencing the 16S rRNA from dangke. a traditional cheese from Enrekang. South Sulawesi. *Pakistan J of Nutrition.* 16(5):384-392.
- Vyawahare N, Pujari R, Khsirsagar A, Ingawale D, Patil M, Kagathara V. 2009. Phoenix dactylifera: An Update of its Indegenous Uses. *Phytochemistry and Pharmacology. The Internet J of Pharmacology.* 7(1):1-9.
- Wahyuni S, Indradewi F. 2019. Nilai Gizi. Fitokimia Dan Kadar Total Fenol Dari Beberapa Umbi Lokal Sulawesi Tenggara. *Chemistry Progress.* 8(2).
- Yu L. 2001. Free radical scavenging properties of conjugated linoleic acids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 49(7):3452-3456.
- Yuliana N. 2012. Pengolahan durian (*Durio zibethinus*) fermentasi (tempoyak). *JTIHP.* 12(2):74-80.



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kecamatan Muaradua Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan"Provinsi Sumatera Selatan pada tanggal 03 Juli 1991 dari pasangan Bapak Izhar dan Ibu Erli Nigsih S.Pd.SD. Penulis adalah anak ke-dua dari tiga bersaudara. dengan kakak bernama Selamat Raharjo S.E dan adik bernama Ari Septiawan Amd.Kep. Penulis memperoleh gelar sarjana pada tahun 2014 sebagai Sarjana Peternakan lulusan Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran. Penulis diterima di Institut Pertanian Bogor pada tahun 2016 sebagai mahasiswa Pascasarjana di Program Studi Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.

Penulis aktif dalam kegiatan organisasi Himpunan Mahasiswa Wirausaha Pascasarjana (HIMAWIPA) periode 2016/2018 sebagai Kepala Staf Divisi Pengembangan Ilmu dan Teknologi Produk. Penulis pernah berkerja di *Start-up* iGrow.asia yang bergerak dibidang pertanian pada tahun 2017-2018 sebagai Surveyor.

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

IPB University