

Fermentasi Sari Koro Pedang Putih (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) dengan Penambahan Sukrosa dan Susu Skim

Fermentation of Jack Bean Milk (Canavalia ensiformis (L.) DC.) with Addition of Sucrose and Skim Milk

Fajarika Alimahana¹, Indah Kartika¹, Anisa Wahyu Utami¹, Muhammad Nur Cahyanto¹, Tyas Utami^{1,2*}

¹Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora No 1, Bulaksumur, Yogyakarta 55281, Indonesia

²Pusat Studi Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada, Jl. Teknik Utara, Berek, Yogyakarta 55281, Indonesia

*Penulis korespondensi: Tyas Utami, Email: tyas_utami@ugm.ac.id

Submisi: 18 Desember 2020; Revisi: 29 Juli 2021, 19 April 2022; Diterima: 20 April 2022;

Dipublikasi: 31 Mei 2023

ABSTRAK

Koro pedang putih merupakan salah satu jenis kacang-kacangan yang kurang dimanfaatkan secara maksimal. Salah satu usaha yang dilakukan adalah fermentasi sari koro pedang putih oleh bakteri asam laktat. Namun jenis karbohidrat pada sari koro pedang putih berbeda dengan pada susu sapi, yang dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri asam laktat dan aktivitasnya. Oleh karenanya perlu dipelajari kemampuan kultur starter bakteri asam laktat untuk tumbuh dan menghasilkan asam pada sari koro pedang putih dan pengaruhnya bila ditambahkan sukrosa dan skim sebagai sumber karbon. Dua kultur bakteri asam laktat yang diisolasi dari air rendaman koro kratok yaitu *Lactobacillus plantarum* WGK4 dan *Lactobacillus paracasei* WGK5 masing-masing diinokulasikan ke dalam sari koro pedang putih. Isolat tersebut juga diinokulasikan ke dalam sari koro pedang putih yang ditambah dengan sukrosa (2-10%), susu skim (2-10%) serta kombinasi sukrosa dan susu skim yang diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam. Pada awal dan akhir fermentasi diukur jumlah sel, asam tertitrasi dan pH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua isolat tersebut dapat tumbuh baik pada sari koro pedang putih, dan menghasilkan asam. Penambahan 2% sukrosa ataupun 2% susu skim meningkatkan secara nyata produksi asamnya. Penambahan sukrosa menyebabkan pH sari koro pedang fermentasi turun sampai 3,7-4,0, sedang pada penambahan susu skim pHnya hanya turun sampai 4,2-4,8. Fermentasi sari koro pedang putih dengan kombinasi penambahan 4% susu skim dan 8% sukrosa menghasikan jumlah sel, pH dan kadar asam tertitrasinya sebesar 9,10 log CFU/mL, 4,14-4,30 dan 1,19-1,26. Setelah penyimpanan 14 hari pada suhu 4 °C, jumlah sel relatif tetap, namun terjadi sedikit penurunan pH.

Kata kunci: Fermentasi; sari koro pedang putih; bakteri asam laktat; susu skim; sukrosa

ABSTRACT

Jack bean is one of the under-utilized legumes that has not been widely explored. One of the possible applications is to ferment jack bean milk by lactic acid bacteria for fermented milk production. However, the type of carbohydrates in jack bean milk differs from cow milk's constituent, which can affect cell growth and metabolism activities. Therefore, it is necessary to examine the ability of lactic acid bacteria to grow and produce acid in jack bean milk, as well as the effect of sucrose and skim milk addition on the fermentation performance. *Lactobacillus plantarum* WGK4 and *Lactobacillus paracasei* WGK5 isolated from water soaking of red lima bean were used as starter cultures. Each was inoculated into jack bean milk, with or without adding sucrose and skim milk and incubated at 37 °C for 24 h. Cell amount, titratable acidity, and pH were monitored before and after fermentation, then sensory characteristics were evaluated descriptively. The two isolates could grow in jack bean milk and produce acid. The addition of 2% sucrose or 2% skim milk significantly increased acid production. Sucrose reduced the pH of fermented jack bean to 3.7–4.0, while skim milk slightly elevated the pH to 4.14–4.30. The addition of 8% sucrose and 4% skim milk showed cell account, titratable acidity, and pH in the fermented milk to be 9.10 log CFU/mL, 1.19-1.26, and 4.14-4.30, respectively. After storage at 4 °C for 14 days, cell viability was relatively at the same level, but the pH decreased slightly.

Keywords: Fermentation; jack bean milk; lactic acid bacteria; skim milk; sucrose

PENDAHULUAN

Kacang-kacangan merupakan salah satu sumber protein nabati yang penting. Namun banyak jenis kacang-kacangan lokal yang belum atau kurang dimanfaatkan seperti koro pedang putih. Koro pedang putih banyak tumbuh dan dibudidayakan di Afrika, Asia, dan Amerika Selatan (Abitogun dan Olasehinde 2012; Susanti dkk., 2013; Doss dkk., 2011). Di Indonesia, koro pedang putih tumbuh di berbagai tempat seperti di Jawa dan Aceh. Kandungan protein pada koro pedang putih dari berbagai tempat di India selatan berkisar 28,9-35% (Doss dkk., 2011). Kandungan protein koro pedang putih relatif lebih rendah dari pada kandungannya dalam kedelai, namun relatif lebih tinggi dari pada kacang-kacangan lokal lainnya seperti koro benguk dan koro kratok (Rahmah dkk., 2019). Selain sebagai sumber protein, koro pedang putih juga tinggi kandungan karbohidrat, namun rendah lemak (Olalekan & Bosede, 2010), tinggi kalium (Vadivel dan Janardhanan, 2001) dan meskipun sangat terbatas kandungan metionin dan sistein namun relatif cukup kandungan asam amino esensial (Puspitojati dkk., 2019).

Selain kandungan nutrisinya, koro pedang putih juga mengandung zat anti gizi dan racun seperti tanin, fitat, concaivalin A, inhibitor tripsin dan hidrogen sianida (Doss dkk., 2011). Namun beberapa cara pengolahan dapat menurunkan kandungan zat anti gizi dan racun tersebut. Dilaporkan bahwa perendaman dan perebusan dapat mengurangi kadar tanin dan tripsin inhibitor dalam biji (Doss dkk., 2011). Proses penghilangan kulit pada koro pedang Brasilia (*Canavalian braziliensis*) dapat menurunkan kandungan fitat pada biji (Oseni dkk., 2011). Berdasarkan kandungan zat

gizi dan penurunan kandungan zat anti gizi dengan berbagai proses pengolahan tersebut, maka potensi koro pedang putih sebagai bahan pangan perlu diteliti agar pemanfaatannya sebagai bahan pangan lebih luas.

Pemanfaatan koro pedang putih masih terbatas. Pembuatan tempe koro pedang putih masih terbatas di beberapa daerah terutama di Yogyakarta dan Jawa Tengah (Andriati dkk., 2018). Seperti kacang-kacangan pada umumnya, koro pedang putih dapat diolah menjadi minuman sari koro pedang putih. Pengolahan koro pedang menjadi sari koro pedang putih melalui tahapan perendaman, perebusan, penghilangan kulit dan pemanasan dilaporkan mampu menurunkan kadar tanin dan hidrogen sianida secara nyata pada sari koro pedang putih yang dihasilkan (Rahmah dkk., 2019). Namun masih terdapat aroma *beany flavor* yang kurang disukai. Disamping itu kacang-kacangan juga mengandung oligosakarida seperti rafinosa, stakhiosa dan verbakosa yang dapat menyebabkan flatulensi (Ramalingam dkk., 2010). Hal ini disebabkan tidak adanya enzim yang dapat mendegradasi oligosakarida tersebut pada saluran pencernaan manusia (Baú dkk., 2015). Banyak hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri asam laktat tidak hanya dapat memfermentasi susu sapi namun juga dapat tumbuh pada berbagai sari kacang-kacangan seperti sari kedelai, sari kacang tanah, sari biji wijen, dan sari biji kerandang (Kundu dkk., 2018; Utami dkk., 2011; Fitrotin dkk. 2015; Djaafar dkk. 2013). Bakteri asam laktat pada sari kacang-kacangan seperti sari kedelai dapat menggunakan sukrosa yang ada pada sari kedelai tersebut untuk pertumbuhan dan aktivitas metabolismenya (Harlé dkk., 2020). Kemampuan bakteri asam laktat dalam memfermentasi oligosakarida bervariasi pada tingkat

spesies bahkan galur tergantung dari aktivitas α -galaktosidase yang dimiliki bakteri asam laktat tersebut (Champagne dkk., 2009; Donkor dkk., 2007). Fermentasi sari Kerandang (*Canavalia virosa*) oleh *Lactobacillus plantarum-pentosus* T14 menunjukkan penurunan kadar rafinosa yang nyata selama inkubasi 24 jam fermentasi, sedangkan *L. plantarum-pentosus* T35 hanya dapat menurunkan kandungan rafinosa sekitar 50% (Djaafar dkk., 2013). *Streptococcus thermophilus* CCRC 14085 dilaporkan lebih efisien dalam menggunakan rafinosa pada sari kedelai dari pada *L. acidophilus* CCRC 14079 (Wang dkk., 2003). Sedangkan pada fermentasi susu bakteri asam laktat seperti *Streptococcus thermophilus*, *L. bulgaricus*, dan *L. plantarum* yang memiliki β -galaktosidase akan menghidrolisis sumber karbon laktosa menjadi glukosa dan galaktosa untuk pertumbuhan dan aktivitas metabolisme (Deng dkk., 2020).

Yudianti dkk. (2020) telah mengisolasi bakteri asam laktat dari berbagai rendaman kacang-kacangan pada pembuatan tempe koro dan mendapatkan bakteri asam laktat homofermentatif yang mampu tumbuh pada sari koro pedang putih. Pada penelitian ini dipelajari kemampuan isolat *Lactobacillus plantarum* WGK4 dan *Lactobacillus paracasei* WGK5 yang diisolasi dari perendaman koro kratok, untuk memfermentasi sari koro pedang putih dengan penambahan variasi konsentrasi sukrosa dan susu skim serta kombinasi keduanya. Diharapkan informasi ini dapat digunakan untuk pengembangan pemanfaatan koro pedang putih menjadi produk sari koro pedang putih terfermentasi maupun produk turunannya.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Koro pedang putih (*Canavalia ensiformis* (L.) DC) diperoleh dari Kebun Percobaan, Laboratorium Terpadu, Universitas Sarjana Wiyata, Taman Siswa Yogyakarta. Susu skim (Lactona) dan gula sukrosa (Gulaku) dibeli dari pasar swalayan di Yogyakarta. *Lactobacillus plantarum* WGK 4 dan *Lactobacillus paracasei* WG5 merupakan hasil isolasi dari rendaman koro kratok merah (Yudianti dkk. 2020) yang disimpan di Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Ekstraksi Sari Koro Pedang Putih

Koro pedang putih utuh yang sudah dibersihkan, direndam dalam air yang ditambahkan 0,25% natrium bikarbonat (NaHCO_3) dengan rasio koro pedang putih:air sebesar 1:5 (b/v) selama 24 jam. Selanjutnya

koro pedang putih dicuci dan direbus selama 15 menit, dikupas kulitnya dan dilakukan ekstraksi dengan perbandingan koro pedang putih kupas: air suhu 80 °C sebesar 1:3 (b/v) menggunakan blender (Miyako BL-151PF/AP). Sari koro pedang putih dan ampasnya dipisahkan menggunakan saringan tahu. Selanjutnya dilakukan analisis proksimat pada sari koro pedang putih yang diperoleh.

Fermentasi Sari Koro Pedang Putih

Kultur *L. plantarum* WGK4 dan *L. paracasei* WGK5 ditumbuhkan dalam media MRS cair pada suhu 37°C selama 24 jam dan digunakan sebagai inokulum untuk fermentasi sari koro pedang putih. Sebelum digunakan, inokulum tersebut dihitung jumlah selnya menggunakan metoda *dilution* dan *plating*. Fermentasi sari koro pedang putih dilakukan dengan menginokulasikan 1% (v/v) kultur *L. plantarum* WGK4 dan *L. paracasei* WGK5, masing masing ke dalam sari koro pedang putih. Masing-masing kultur juga diinokulasikan pada sari koro pedang putih dengan variasi penambahan sukrosa (2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%), atau penambahan susu skim (2%, 4%, 6%, dan 10%). Fermentasi berlangsung pada suhu 37 °C selama 24 jam. Pada awal dan akhir fermentasi diukur jumlah sel, kadar asam tertitrasi dan pHnya. Selanjutnya fermentasi sari koro pedang putih dilakukan dengan penambahan kombinasi 8% sukrosa dan 4% susu skim dengan kondisi yang sama dengan perlakuan sebelumnya. Pada akhir fermentasi, sari koro pedang putih terfermentasi disimpan pada suhu 4 °C selama 14 hari, dan diukur jumlah sel, kadar asam tertitrasi dan pHnya.

Analisis

Sari koro pedang putih dan ampasnya dianalisis kadar airnya dengan metoda gravimetric (no. 971.28), kadar protein dengan metoda mikro Kjeldahl (no. 963.15), kadar lemak menggunakan metoda Mojonnier (no. 989.05) untuk sari koro pedang dan metoda Soxhlet (no. 963.15) untuk ampas sari koro pedang putih serta kadar abu (no. 950.49) (AOAC INTERNATIONAL, 2006). Kadar asam tertitrasi diukur dengan cara titrasi menggunakan 0,1 N NaOH dengan indikator 1% phenolphthalein dan dihitung sebagai persen asam laktat. pH sari koro pedang putih dan hasil fermentasinya diukur menggunakan pH meter (Hanna, HI 2210). Enumerasi populasi bakteri asam laktat dilakukan dengan melakukan seri pengenceran dan metoda *pour plating* pada media MRS agar yang ditambah dengan CaCO_3 (Wardani dkk., 2017). Setelah inkubasi pada suhu 37 °C selama 48 jam, koloni dengan zona jernih disekelilingnya dihitung sebagai CFU/mL.

Analisis Statistik

Penelitian ini dilakukan dalam dua *batch* penelitian dengan dua ulangan analisis dan dihitung reratanya keseluruhan. Hasil yang diperoleh dinyatakan sebagai rerata \pm standar deviasi. Data yang diperoleh dianalisis dengan ANOVA (*Analysis of Variance*) dan untuk mengetahui beda rata-rata karena pengaruh perlakuan dilakukan uji *Duncan Multiple Range Test* dengan taraf 5% menggunakan IBM Statistik SPSS 25.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Gizi Sari Koro Pedang Putih

Kadar protein, lemak, abu dan karbohidrat sari koro pedang putih disajikan pada Tabel 1. Dibandingkan dengan sari kedelai, kadar protein sari koro pedang putih relatif lebih rendah ($1,93 \pm 0,12$ %), namun masih lebih tinggi dari pada kadar protein pada sari kacang tanah. Kadar protein sari kedelai berkisar 4,52–4,84 % (Ugochi dan Chukwuma, 2015), sedang kadar protein sari kacang tanah 1,41% (Giyarto dkk. 2011). Sari kacang tanah diketahui mengandung asam amino esensial yang diperlukan untuk pertumbuhan bakteri asam laktat seperti iso-leusin, leusin dan valin (Gamli & Atasoy, 2018). Koro pedang putih diketahui mengandung kadar asam amino esensial yang hampir sama dengan kedelai, seperti kandungan valin (3,55 dan 3,77), arginin (3,55 dan 3,73) dan histidine (7,10 dan 7,46) masing-masing pada koro pedang putih dan (Puspitojati dkk., 2019). Namun kandungan metionin dan sistein pada koro pedang putih rendah yang kadarnya masing-masing kurang dari 1% dan 0,1% b/b protein (Puspitojati dkk. 2019). Disamping itu sari koro pedang mempunyai kandungan lemak yang sangat rendah ($0,34 \pm 0,03$ %) dan kandungan karbohidrat yang relative lebih tinggi ($3,57 \pm 0,06$ %) dibanding sari kedelai maupun sari kacang tanah. Kandungan lemak dan karbohidrat pada koro pedang putih berturut-turut pada kisaran 2,4%-3,95 % dan 52,95%-60,61% (Betancur-Ancona dkk. 2008; Abitogun dan Olasehinde 2012; Hudyanti dkk. 2015; Rahmah dkk., 2019), sedang kandungan lemak dan karbohidrat pada kedelai masing-masing 17,52%-24,17% dan 22,78%-29,91% (Rahmah dkk., 2019; Ratnaningsih dkk., 2016). Kadar abu menggambarkan kandungan mineral yang ada pada sari koro pedang putih. Kalium merupakan mineral yang paling banyak pada koro pedang putih yaitu $758,4 \pm 3,3$ - $1017 \pm 2,8$ mg/100g sedang natrium hanya pada kisaran $39,0 \pm 4,4$ - $114,5 \pm 4,7$ mg/100 g (Doss dkk., 2011; Vadivel, 2019).

Meskipun seperti pada umumnya kacang-kacangan, koro pedang putih mengandung senyawa anti gizi dan toksin seperti HCN, asam fitat, tanin, dan

Tabel 1. Hasil analisis proksimat sari koro pedang putih (wb)

Komponen	Sari koro pedang putih
Air (%)	$93,18 \pm 0,07$
Abu (%)	$0,35 \pm 0,02$
Protein (%)	$1,93 \pm 0,12$
Lemak (%)	$0,34 \pm 0,03$
Karbohidrat <i>by different</i> (%)	$3,57 \pm 0,06$

tripsin inhibitor. Doss dkk. (2011) melaporkan terjadi penurunan kadar tanin pada koro pedang sebesar 45% setelah proses perendaman, 64% setelah proses pemasakan, sedang kadar tripsin inhibitor turun sebesar 30% dan 62% setelah perendaman dan pemasakan. Sehingga diharapkan ekstraksi sari koro pedang putih yang meliputi tahapan perendaman, perebusan dan pengupasan kulit, dan pemisahan padatan dan cairan akan menurunkan kandungan komponen anti gizi pada sari koro pedang putih.

Pertumbuhan *L. plantarum* WGK4 dan *L. paracasei* WGK5 pada Sari Koro Pedang Putih dan dengan Penambahan Sukrosa dan Skim

Pertumbuhan *L. plantarum* WGK4 dan *L. paracasei* WGK5 pada sari koro pedang putih tanpa dan dengan penambahan sukrosa dan susu skim disajikan pada Gambar 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua isolat tersebut dapat tumbuh baik pada sari koro pedang putih ditandai dengan kenaikan jumlah sel sebesar 1-2 siklus log dari $7,27$ - $7,77$ log CFU/mL menjadi $8,71$ - $9,55$ log CFU/ml untuk *L. plantarum* WGK4 dan dari $7,10$ - $7,19$ log CFU/mL menjadi $8,91$ - $9,12$ log CFU/mL untuk *L. paracasei* WGK5 setelah fermentasi selama 24 jam pada suhu 37 °C. Hal ini menunjukkan bahwa kedua bakteri asam laktat tersebut mampu menggunakan gula-gula yang ada pada sari koro pedang putih untuk pertumbuhannya. Berbeda dengan susu sapi yang karbohidratnya berupa laktosa, pada umumnya kacang-kacangan mengandung gula-gula sederhana seperti sukrosa, fruktosa dan glukosa serta oligosakarida (Njoudi dkk., 2019).

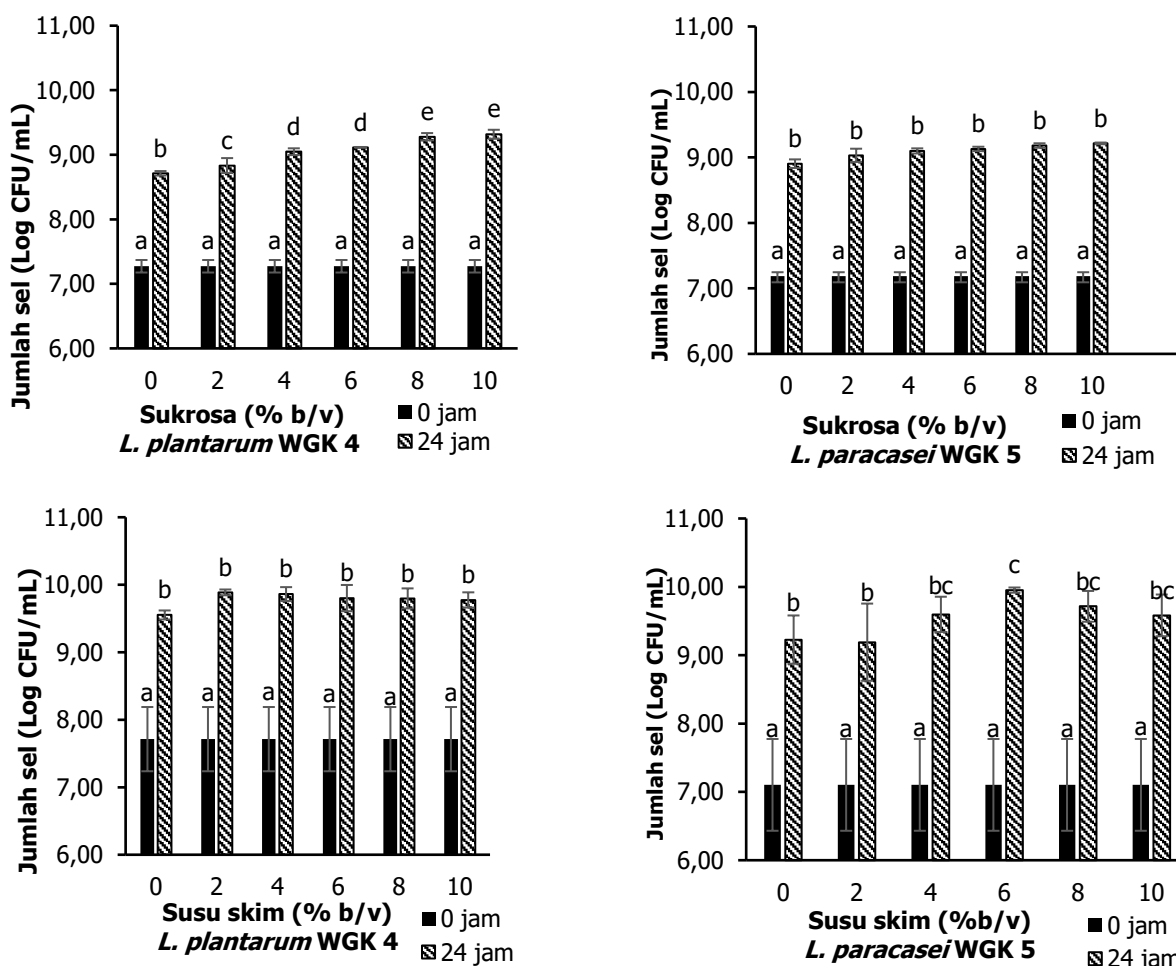
Hasil-hasil penelitian menunjukkan kemampuan bakteri asam laktat dapat memfermentasi sari kacang-kacangan bervariasi. Kuda dkk. (2016) melaporkan bahwa 10 isolat bakteri asam laktat yang diisolasi dari daerah pantai Satoumi dapat memfermentasi sari kedelai. *Lactobacillus acidophilus* SNP 2 dapat tumbuh dan menghasilkan asam pada sari kacang tanah (Giyarto dkk., 2011). *Lactobacillus plantarum*-

pentosus T14 dan *Lactobacillus plantarum-pentosus* T35 masing-masing dapat menghidrolisis 98,23% dan 48,89% rafinosa dalam ekstrak kerandang (Djaafar dkk., 2013). *Streptococcus thermophilus* St1342, *L. acidophilus* La4962, and *B. lactis* B94 dapat menurunkan kadar rafinosa dalam sari kedelai secara nyata yaitu berturut-turut 64,5%, 55,9%, dan 77,4%, sedang mikroorganisme lainnya hanya dapat menurunkan kadar rafinosa kurang dari 30% setelah fermentasi 48 jam (Donkor dkk. 2007). Perbedaan kemampuan bakteri asam laktat dalam menggunakan gula-gula yang ada dalam sari kacang-kacangan tergantung dari aktivitas enzim yang dimilikinya, seperti β -galaktosidase dan α -galaktosidase yang masing masing mendegradasi laktosa dan oligosakarida (Baú dkk., 2015; Ibrahim, 2018). Hasil penelitian Wang dkk. (2003) menunjukkan penurunan kadar sukrosa dan kenaikan kadar fruktosa pada fermentasi sari kedelai suhu 37 °C selama 24 jam oleh *L. acidophilus* CCRC 14079 dan *S. thermophilus* CCRC 14085. Hal ini menunjukkan bahwa sukrosa yang

terdapat pada kacang-kacangan dapat didegradasi oleh bakteri asam laktat dan dimanfaatkan untuk pertumbuhan dan aktivitas metabolismenya.

Lactobacillus plantarum WGK4 dan *L. paracasei* WGK5 diisolasi dari air rendaman koro kratok pada pembuatan tempe koro kratok (Yudianti dkk. 2020). Dari hasil uji kemampuan menggunakan berbagai jenis gula pada API-Kit 50 CH, *L. plantarum* WGK4 dapat menggunakan sukrosa, glukosa, fruktosa, laktosa dan rafinosa, sedangkan *L. paracasei* WGK5 dapat menggunakan sukrosa, glukosa, fruktosa dan laktosa, namun tidak dapat menggunakan rafinosa. Kemungkinan kedua isolat itu menggunakan sukrosa, fruktosa dan glukosa yang ada pada sari koro pedang putih untuk pertumbuhannya dan aktivitas metabolismenya

Dibandingkan dengan kontrol, penambahan variasi konsentrasi sukrosa atau skim tidak secara nyata meningkatkan pertumbuhan kedua isolat tersebut yaitu peningkatannya kurang dari satu siklus log. Kemungkinan kandungan gula-gula yang dapat difermentasi dalam



Gambar 1. Pertumbuhan *L. plantarum* WGK4 dan *L. paracasei* WGK5 pada sari koro pedang putih dan dengan penambahan sukrosa dan susu skim pada suhu 37 °C, 24 jam

sari koro pedang putih cukup untuk pertumbuhan kedua isolat tersebut. Hal ini terkait dengan ketersediaan gula-gula yang dapat digunakan oleh bakteri asam laktat yang diinokulasikan ke dalam sari kacang-kacangan tersebut. Kandungan gula sederhana setiap bahan bervariasi tergantung jenisnya, maupun proses pengolahan yang dilakukan. Bakteri asam laktat akan menggunakan gula-gula sederhana yang dapat difermentasi terlebih dahulu dalam media fermentasi (Fitrotin dkk., 2015).

Selain dari gula-gula sederhana yang ada pada sari kacang-kacangan, glukosa juga dapat dihasilkan dari hidrolisis komponen isoflavon oleh β -glukosidase menjadi bentuk aglikon dan glukosa (Baú dkk., 2015). Enzim β -glukosidase ini merupakan enzim inducible, bila kadar gula dalam media sangat terbatas, bakteri asam laktat akan mensintesis β -glukosidase dan menghidrolisis isoflavon dalam sari kacang-kacangan menjadi bentuk aglikon dan glukosa yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber karbon. Bentuk aglikon ini mempunyai aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan bentuk glikonnya (Fitrotin dkk., 2015). Fermentasi sari kacang tanah oleh *L. paracasei* SNP2 dan *L. plantarum* Dad-13 meningkatkan secara nyata aktivitas antioksidannya (Utami dkk., 2011). Lima isolat bakteri asam laktat yang digunakan untuk fermentasi ekstrak kerandang menunjukkan adanya aktivitas β -glukosidase dengan tingkat aktivitas yang bervariasi (Djaafar dkk., 2013). Pada fermentasi ekstrak biji wijen oleh *Lactobacillus plantarum* Dad 13 terjadi kenaikan jumlah sel sebesar 1,5 siklus log (CFU/mL) dan terjadi degradasi sesaminol triglukosida oleh aktivitas β -glukosidase untuk menyediakan glukosa yang dapat difermentasi (Fitrotin dkk., 2015). Tampaknya gula-gula yang ada dalam sari koro pedang putih cukup untuk pertumbuhan bakteri asam laktat sehingga penambahan sukrosa maupun susu skim hanya memberikan kenaikan jumlah sel kurang dari 1 siklus log pada akhir fermentasi.

Produksi Asam pada Fermentasi Sari Koro Pedang Putih tanpa dan dengan Penambahan Sukrosa dan Susu Skim oleh *L. plantarum* WGK4 dan *L. paracasei* WGK5

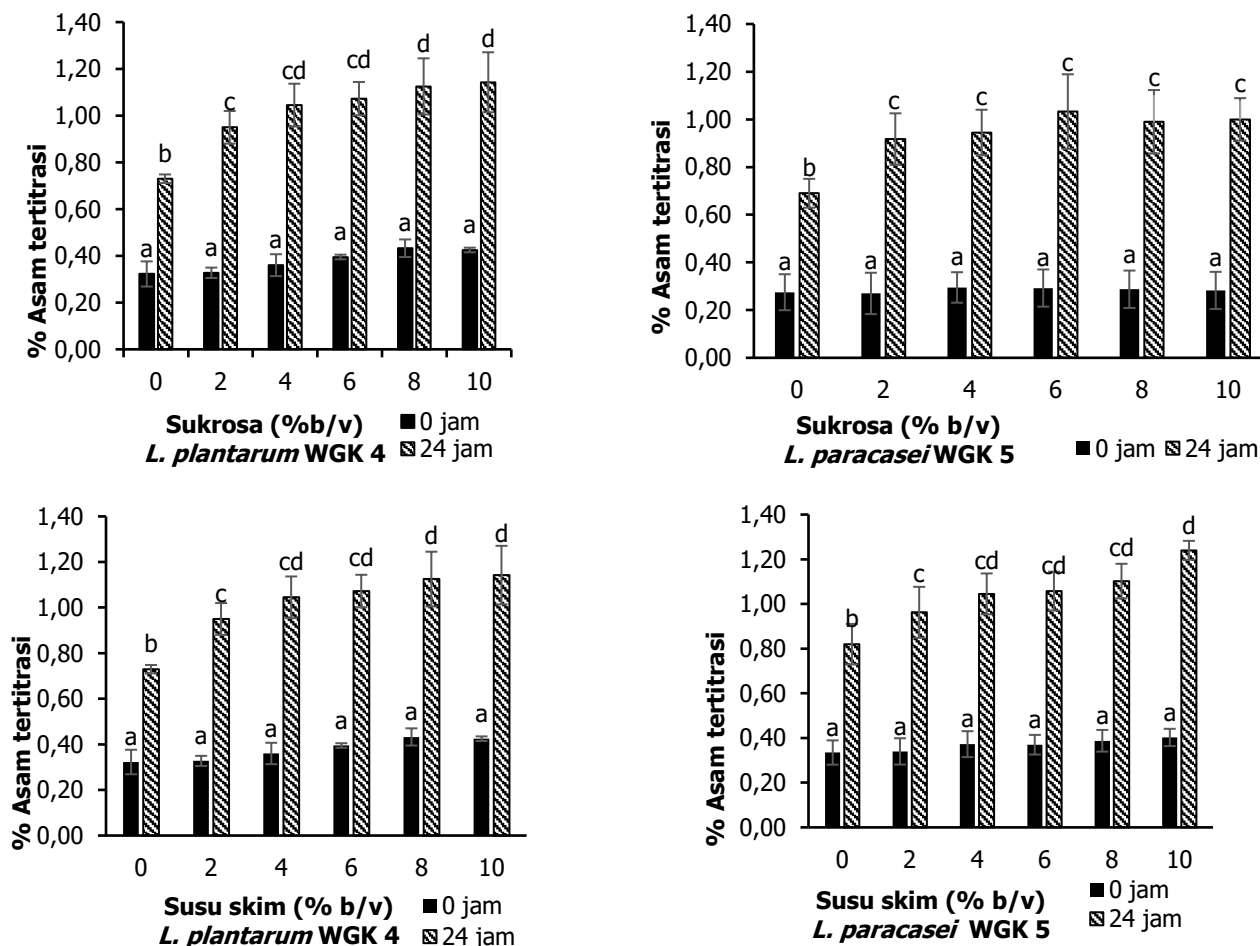
Produksi asam oleh kedua isolat bakteri asam laktat dan pH sari koro pedang putih pada awal dan akhir fermentasi disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua isolat tersebut selain dapat tumbuh baik pada sari koro pedang putih juga dapat menghasilkan asam sehingga pHnya turun. Kadar asam yang dihasilkan oleh kedua isolat bakteri asam laktat tersebut pada sari koro pedang putih ini lebih tinggi dari pada kadar asam pada sari kedelai yang difermentasi oleh *L. acidophilus* CCRC14079 dan *L. bulgaricus* CCRC 14009 (Wang dkk., 2003). Pada sari

koro pedang putih tanpa penambahan sukrosa atau susu skim, setelah fermentasi selama 24 jam pada suhu 37 °C pH turun menjadi 4,39-4,5. Fermentasi sari kedelai oleh beberapa galur *L. plantarum* dan *Lactococcus lactis* pada suhu 37 °C selama 24 jam menurunkan pH sari kedelai dari 6,5 menjadi 4,9-5,6 (Kuda dkk. 2016). Hal ini menunjukkan kemampuan bakteri asam laktat dalam menghasilkan asam dan menurunkan pH pada sari kacang-kacangan bervariasi tergantung spesies maupun galurnya. *Lactobacillus plantarum* WGK4 dan *L. paracasei* WGK5 mempunyai kemampuan memproduksi asam yang lebih baik dibandingkan isolat-isolat tersebut.

Meskipun penambahan 2% sukrosa maupun 2% susu skim hanya meningkatkan jumlah sel kurang dari satu siklus log, namun dapat meningkatkan secara nyata produksi asam maupun penurunan pH. Hal ini mungkin disebabkan karena gula-gula yang ada pada sari koro pedang putih yang dapat difermentasi oleh kedua isolat bakteri asam laktat tersebut hanya cukup untuk pertumbuhan sel namun kurang untuk aktivitas metabolismenya, sehingga penambahan sukrosa atau susu skim meningkatkan aktivitas metabolismenya dalam memproduksi asam. Hal ini sejalan dengan penelitian Utami dkk. (2011) yang menunjukkan terjadinya peningkatan produksi asam dan penurunan pH yang nyata pada sari kacang tanah dengan penambahan 2% sukrosa yang difermentasi oleh *L. paracasei* SNP2 dan *L. plantarum* Dad 13. Peningkatan konsentrasi sukrosa (4-10%) yang ditambahkan tidak meningkatkan produksi asam maupun menurunkan pH secara nyata, baik sari koro pedang putih yang difermentasi oleh *L. plantarum* WGK4 maupun *L. paracasei* WGK5.

Produksi asam oleh kedua isolat bakteri asam laktat tersebut tidak jauh berbeda baik pada sari koro pedang yang ditambah sukrosa maupun pada susu skim. Akan tetapi, pH pada sari koro pedang putih yang ditambah susu skim cenderung lebih tinggi dari pada sari koro pedang yang ditambah sukrosa. Penambahan sukrosa 2% menurunkan pH sari koro pedang putih terfermentasi, namun penambahan sukrosa 4-10%, pH sari koro pedang putih terfermentasi tidak berbeda nyata. Penambahan 2% susu skim menurunkan pH sari koro pedang putih terfermentasi, namun penambahan susu skim 4-10%, pH-nya lebih tinggi daripada yang ditambah 2% sukrosa. Susu skim mengandung protein yang mempunyai kapasitas bufer yang dapat menyangga pH (Chandan, 2006). Sehingga pada fermentasi sari koro pedang putih yang ditambah susu skim, pengaruh adanya asam yang diproduksi selama fermentasi terhadap penurunan pH tidak sebesar pada fermentasi sari koro pedang putih yang ditambah sukrosa.

Nilai pH sari koro pedang putih dengan penambahan sukrosa setelah fermentasi berada pada kisaran 3,6-4,0



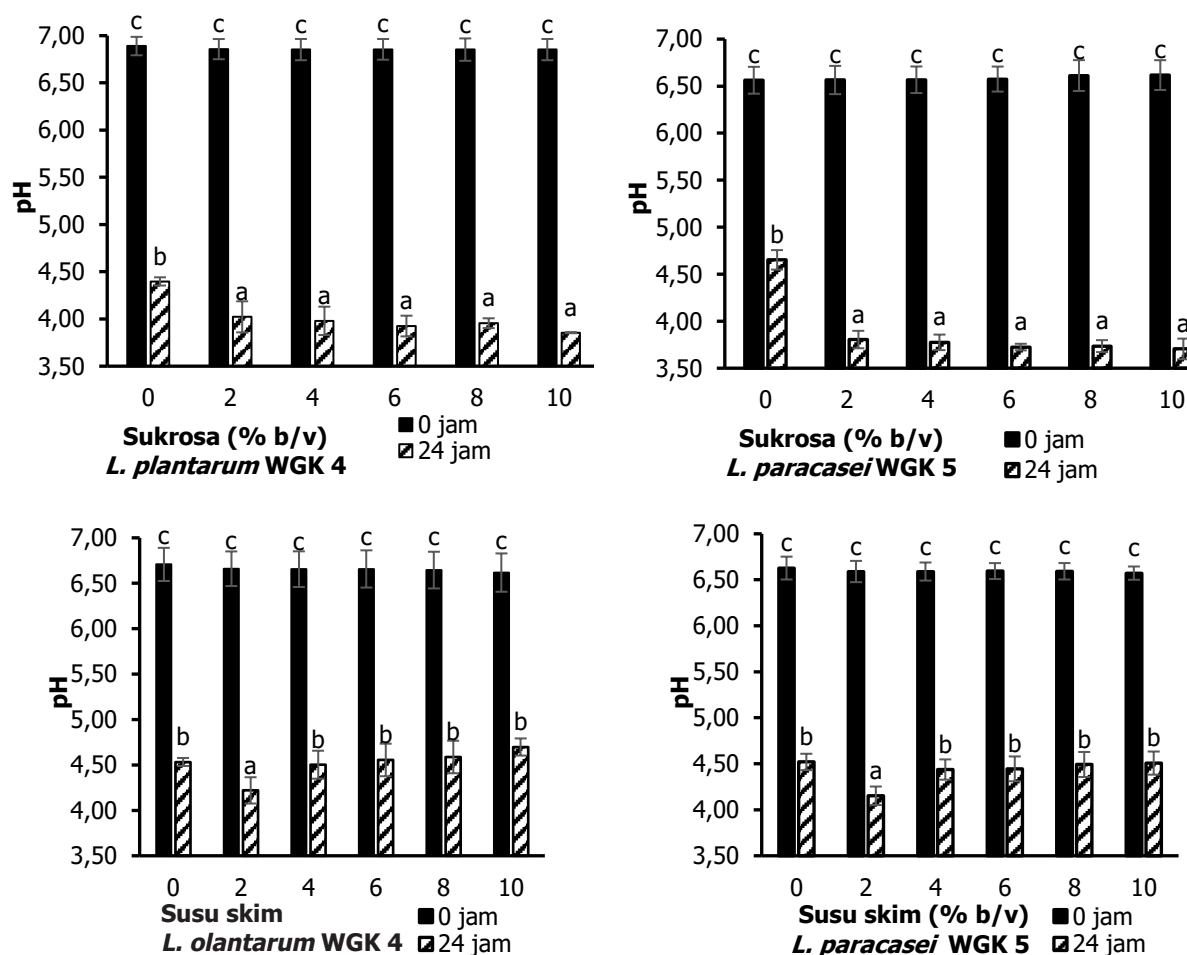
Gambar 2. Kadar asam tertitras pada fermentasi sari koro pedang putih dan dengan penambahan sukrosa dan susu skim oleh *L. plantarum* WGK4 dan *L. paracasei* WGK5 pada suhu 37 °C, 24 jam

yang mungkin telah mencapai pH titik isoelektris sari koro pedang sehingga proteinnya mengendap. Oleh karena itu, perlu diteliti lebih lanjut fermentasi sari koro pedang putih pada berbagai waktu fermentasi untuk mendapatkan waktu fermentasi yang dapat menghasilkan asam yang cukup tinggi namun tidak terjadi pengendapan protein. Sedangkan semakin banyak penambahan susu skim pada sari koro pedang putih menghasilkan produk fermentasi dengan tingkat asam yang semakin tinggi. Penambahan sukrosa selain meningkatkan kadar asam pada hasil fermentasinya juga dapat memberikan rasa manis. Oleh karenanya untuk selanjutnya dilakukan fermentasi sari koro pedang putih dengan kombinasi penambahan 8% sukrosa dan 4% susu skim.

Fermentasi Sari Koro Pedang Putih dengan Penambahan 8% Sukrosa dan 4% Susu Skim

Pertumbuhan dan produksi asam serta penurunan pH sari koro pedang putih yang difermentasi oleh *L. plantarum* WGK4 dan *L. paracasei* WGK5 disajikan

pada Tabel 2, sedang stabilitas sari koro pedang putih terfermentasi selama penyimpanan 14 hari pada suhu dingin disajikan pada Tabel 3. Terjadi pertumbuhan sel pada kedua kultur pada sari koro pedang yang ditambah sukrosa dan susu skim sebanyak 2 siklus log dari 6,7–7,09 log CFU/mL menjadi 9,10–9,11 log CFU/mL. Jumlah sel bakteri asam laktat pada fermentasi sari koro pedang putih dengan penambahan 8% sukrosa dan 4% susu skim tidak jauh berbeda dengan fermentasi sari koro pedang putih saja. Hal ini menunjukkan bahwa gula-gula yang ada pada sari koro pedang putih cukup untuk pertumbuhan bakteri asam laktat. Fermentasi sari koro pedang putih dengan penambahan sukrosa dan susu skim menghasilkan asam dan menurunkan pH menjadi 4,14–4,30. Kisaran pH ini sedikit lebih tinggi dari pada hasil fermentasi dengan penambahan 8% sukrosa namun sedikit lebih rendah dari pada hasil fermentasi dengan penambahan 4% skim (Gambar 3). Hal ini kemungkinan terkait dengan kekuatan susu skim sebagai penyangga buffer (Chandan, 2006).



Gambar 3. pH sari koro pedang tanpa dan dengan penambahan sukrosa dan susu skim yang difermentasi oleh *L. plantarum* WGK4 dan *L. paracasei* WGK5 pada suhu 37 °C, selama 24 jam

Tabel 2. Fermentasi sari koro pedang dengan penambahan 8% sukrosa dan 4% susu skim

Parameter	<i>L. plantarum</i> WGK4		<i>L. paracasei</i> WGK5	
	Awal	24 jam	Awal	24 jam
Jumlah sel (log CFU/mL)	7,09 ^a ± 0,14	9,11 ^b ± 0,11	6,79 ^a ± 0,45	9,10 ^b ± 0,07
Asam Tertitiasi (%)	0,31 ^a ± 0,02	1,19 ^c ± 0,26	0,31 ^a ± 0,02	1,26 ^c ± 0,21
pH	6,70 ^c ± 0,02	4,30 ^a ± 0,10	6,70 ^d ± 0,02	4,14 ^b ± 0,04

Tabel 3. Stabilitas sari koro pedang terfermentasi selama penyimpanan 4 °C ,14 hari

Parameter	<i>L. plantarum</i> WGK4		<i>L. paracasei</i> WGK5	
	Sebelum penyimpanan	Setelah penyimpanan	Sebelum penyimpanan	Setelah penyimpanan
Jumlah sel (log CFU/mL)	9,11 ^a ± 0,03	9,09 ^a ± 0,05	9,10 ^b ± 0,07	9,03 ^b ± 0,05
Asam tertitiasi (%)	1,19 ^b ± 0,26	1,47 ^c ± 0,05	1,26 ^a ± 0,21	1,63 ^b ± 0,46
pH	4,30 ^{cd} ± 0,10	4,00 ^b ± 0,07	4,14 ^a ± 0,04	4,00 ^a ± 0,04

Kelarutan protein menurun bila pH mendekati titik isoelektrik. Kacang-kacangan mempunyai pH titik isoelektrik pada kisaran 4,0-5,0. Kacang merah dan kacang hijau masing masing mempunyai titik isoelektris pada pH 4,81 dan 4,56 (Kusumah dkk., 2020), sedang fraksi albumin, globulin dan glutenin protein kedelai pada kisaran 4,0-5,0 (Makeri dkk. 2017). Oleh karenanya pada kisaran pH tersebut kelarutan protein menurun dan mengendap. Pada fermentasi susu, asam laktat yang terbentuk akan menurunkan pH. Bila pH mendekati titik isoelektrik kasein (pH 4,6) terjadi penurunan muatan negative kasein yang menurunkan repulse elektrostatis antar misel kasein. Sebaliknya daya tarik kasein-kasein meningkat karena peningkatan interaksi hidrofobik dan elektrostatis, sehingga terbentuk jaringan tiga dimensi yang mengandung rantai kasein yang membentuk gel pada yogurt (Lee dan Lucey 2010). Pada fermentasi sari koro pedang putih ini tidak terdapat kasein, kasein berasal dari susu skim yang ditambahkan. Oleh karenanya ketika terbentuk asam pada fermentasi sari koro pedang putih dan terjadi penurunan pH sampai mendekati titik isoelektrik protein koro pedang putih, kelarutan protein menurun dan terbentuk endapan yang memisah dari cairannya. Penelitian Pangastuti dkk. (2011) menunjukkan terjadinya peningkatan indeks stabilitas suspensi sari kacang tanah yang difermentasi dengan penambahan 0,3% karagenan dari 0,47 menjadi 0,67. Masih perlu diteliti lebih lanjut untuk mendapatkan jenis dan konsentrasi bahan penstabil yang dapat memperbaiki tekstur dan kenampakan sari koro pedang putih terfermentasi.

Viabilitas sel kedua kultur tersebut selama penyimpanan relatif stabil, namun cenderung terjadi peningkatan asam tertitrisasi dan penurunan pH. Penyimpanan dingin selama 10 hari juga menyebabkan pH yoghurt kedelai sedikit mengalami penurunan dan kadar asam laktatnya sedikit mengalami kenaikan (Park dkk., 2012). Kemungkinan masih terjadi aktivitas metabolisme meskipun lambat, dan bervariasi untuk setiap isolat bakteri asam laktat dan media yang digunakan.

Berdasarkan kemampuan tumbuh isolat bakteri asam laktat pada sari koro pedang putih dan kemampuannya untuk memproduksi asam, koro pedang putih berpotensi untuk dikembangkan menjadi produk sari koro pedang terfermentasi menggunakan bakteri asam laktat yang sesuai. Pada penelitian ini baru digunakan satu waktu fermentasi, sehingga perlu dikaji pola pertumbuhan dan produksi asam pada variasi waktu fermentasi untuk mendapat kondisi fermentasi yang sesuai. Perlu dilakukan formulasi dan dipelajari penambahan berbagai bahan penstabil dan konsentrasinya untuk memperbaiki karakteristik fisik dan sensorisnya. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk pengembangan

lebih lanjut produk sari koro pedang terfermentasi maupun produk-produk turunannya sehingga pemanfaatan koro pedang putih semakin luas.

KESIMPULAN

Kedua isolat *L. plantarum* WGK4 dan *L. paracasei* WGK5 dapat tumbuh baik pada sari koro pedang putih dengan kenaikan jumlah sel sebesar 1-2 siklus log, dan menghasilkan asam serta menurunkan pHnya. Penambahan sukrosa 2% maupun susu skim 2% meningkatkan secara nyata produksi asamnya. Produksi asam oleh kedua isolat bakteri asam laktat tersebut tidak berbeda nyata.

Penambahan sukrosa menyebabkan pH sari koro pedang fermentasi turun sampai 3,7–4,0, sedang pada penambahan susu skim pHnya hanya turun sampai 4,2–4,8. Fermentasi sari koro pedang putih dengan kombinasi penambahan 4% susu skim dan 8% sukrosa menghasilkan jumlah sel, pH dan kadar asam tertitrasinya sebesar $9,10 \log \text{CFU/mL}$, 4,14-4,30 dan 1,19-1,26. Setelah penyimpanan 14 hari pada suhu 4 °C, jumlah sel relatif tetap, namun terjadi sedikit penurunan pH. Sari koro pedang putih berpotensi untuk dikembangkan menjadi produk sari koro pedang fermentasi menggunakan bakteri asam laktat. Masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan kondisi fermentasi yang sesuai, dan uji karakteristik sensorisnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, Republik Indonesia melalui skema Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT) Tahun 2019 dengan No. kontrak 2711/UN1.DIKTI/DIT-LIT/LT/2019.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa artikel ini asli hasil penelitian para penulis, hanya dipublikasikan pada jurnal ini dan tidak ada konflik kepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

- A. S, A., & Olasehinde, E. F. (2012). Nutritional Evaluation of Seed and Characterization of Crude Jack Bean (*Canavalia ensiformis*) OIL. *IOSR Journal of Applied Chemistry*, 1(6), 36–40. <https://doi.org/10.9790/5736-0163640>
- Andriati, N., Anggrahini, S., Setyaningsih, W., Sofiana, I., Pusparasi, D. A., & Mossberg, F. (2018). Physicochemical characterization of jack bean (*Canavalia ensiformis*)

- tempeh. *Food Research*, 2(5), 481–485. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.2\(5\).300](https://doi.org/10.26656/fr.2017.2(5).300)
- AOAC INTERNATIONAL. (2006). *Official Methods of Analysis of AOAC International 18th Edition, 2005* (W. Horwitz & G. W. Latimer (eds.); 18th Edition). AOAC International.
- Baú, T. R., Garcia, S., & Ida, E. I. (2015). Changes in soymilk during fermentation with kefir culture: oligosaccharides hydrolysis and isoflavone aglycone production. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 66(8), 845–850. <https://doi.org/10.3109/09637486.2015.1095861>
- Betancur-Ancona, D., Gallegos-Tintoré, S., Delgado-Herrera, A., Pérez-Flores, V., Castellanos Ruelas, A., & Chel-Guerrero, L. (2008). Some physicochemical and antinutritional properties of raw flours and protein isolates from *Mucuna pruriens* (velvet bean) and *Canavalia ensiformis* (jack bean). *International Journal of Food Science & Technology*, 43(5), 816–823. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01521.x>
- Champagne, C. P., Green-Johnson, J., Raymond, Y., Barrette, J., & Buckley, N. (2009). Selection of probiotic bacteria for the fermentation of a soy beverage in combination with *Streptococcus thermophilus*. *Food Research International*, 42(5–6), 612–621. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.12.018>
- Chandan, R. C. (2006). Milk composition, physical and processing characteristics. In R. C. Chandan, C. H. White, A. Kilara, & Y. H. Hui (Eds.), *Manufacturing yogurt and fermented milks* (pp. 17–39). Blackwell Publishing.
- Deng, Y., Xu, M., Ji, D., & Agyei, D. (2020). Optimization of β -galactosidase Production by Batch Cultures of *Lactobacillus leichmannii* 313 (ATCC 7830TM). *Fermentation*, 6(1), 27. <https://doi.org/10.3390/fermentation6010027>
- Djaafar, T. F., Santoso, U., Cahyanto, M. N., & Rahayu, E. S. (2013). Growth of indigenous lactic acid bacteria *Lactobacillus plantarum*-pentosus T14 and *Lactobacillus plantarum*-pentosus T-3 in kerandang (*Canavalia virosa*) milk and changes of raffinose. *Malaysian Journal of Microbiology*, 9, 213–218.
- Donkor, O. N., Henriksson, A., Vasiljevic, T., & Shah, N. P. (2007). α -Galactosidase and proteolytic activities of selected probiotic and dairy cultures in fermented soymilk. *Food Chemistry*, 104(1), 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.10.065>
- Doss, A., Pugalenth, M., & Vadivel, V. (2011). Nutritional evaluation of wild jack bean (*Canavalia ensiformis* DC) seeds in different locations of south India. In *World Applied Sciences Journal* (Vol. 13, Issue 7, pp. 1606–1612).
- Doss, A., Pugalenth, M., Vadivel, V. G., Subhashini, G., & Anitha Subash, R. (2011). Effects of processing technique on the nutritional composition and antinutrients content of under-utilized food legume *Canavalia ensiformis* L.DC. *International Food Research Journal*, 18(3), 965–970.
- Fitrotin, U., Utami, T., Hastuti, P., & Santoso, U. (2015). Antioxidant Properties of Fermented Sesame Milk Using *Lactobacillus plantarum* Dad 13. *International Research Journal of Biological Sciences*, 4(6), 56–61.
- Gamli, Ö. F., & Atasoy, A. F. (2018). Physico-chemical and sensorial properties of groundnut milk and its yoghurt. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(3), 1997–2004. <https://doi.org/10.1007/s11694-018-9814-4>
- Giyarto, Djaafar, T. F., Rahayu, E. S., & Utami, T. (2011). Fermentation of Peanut Milk By *Lactobacillus Acidophilus* Snp-2 for Production of Non-Dairy Probiotic Drink. *The 3rd International Conference of Indonesian Society for Lactic Acid Bacteria (3rd IC-ISLAB): Better Life with Lactic Acid Bacteria: Exploring Novel Functions of Lactic Acid Bacteria.*, 58–66.
- Harlé, O., Falentin, H., Niay, J., Valence, F., Courselaud, C., Chuat, V., Maillard, M.-B., Guédon, É., Deutsch, S.-M., & Thierry, A. (2020). Diversity of the metabolic profiles of a broad range of lactic acid bacteria in soy juice fermentation. *Food Microbiology*, 89, 103410. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2019.103410>
- Hudiyanti, D., Arya, A., Siahaan, P., & Suyati, L. (2015). Chemical composition and Phospholipids Content of Indonesian Jack Bean (*Canavalia ensiformis* L.). *Oriental Journal of Chemistry*, 31(4), 2043–2046. <https://doi.org/10.13005/ojc/310423>
- Ibrahim, A. H. (2018). Enhancement of β -Galactosidase Activity of Lactic Acid Bacteria in Fermented Camel Milk. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 30(4), 256. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2018.v30.i4.1660>
- Kuda, T., Kataoka, M., Nemoto, M., Kawahara, M., Takahashi, H., & Kimura, B. (2016). Isolation of lactic acid bacteria from plants of the coastal Satoumi regions for use as starter cultures in fermented milk and soymilk production. *LWT - Food Science and Technology*, 68, 202–207. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.12.023>
- Kundu, P., Dhankhar, J., & Sharma, A. (2018). Development of Non Dairy Milk Alternative Using Soymilk and Almond Milk. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 6(1), 203–210. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.1.23>
- Kusumah, S. H., Andoyo, R., & Rialita, T. (2020). Isolation and Characterization of Red Bean and Green Bean Protein using the Extraction Method and Isoelectric pH. *SciMedicine Journal*, 2(2), 77–85. <https://doi.org/10.28991/scimedj-2020-0202-5>
- Lee, W. J., & Lucey, J. A. (2010). Formation and physical properties of yogurt. *Asian-Australasian Journal of*

- Animal Sciences*, 23(9), 1127–1136. <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.r.05>
- Makeri, M. U., Mohamed, S. A., Karim, R., Ramakrishnan, Y., & Muhammad, K. (2017). Fractionation, physicochemical, and structural characterization of winged bean seed protein fractions with reference to soybean. *International Journal of Food Properties*, 1–17. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1369101>
- Njoumi, S., Josephe Amiot, M., Rochette, I., Bellagha, S., & Mouquet-Rivier, C. (2019). Soaking and cooking modify the alpha-galacto-oligosaccharide and dietary fibre content in five Mediterranean legumes. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 70(5), 551–561. <https://doi.org/10.1080/09637486.2018.1544229>
- Olalekan, A. J., & Bosede, B. F. (2010). Comparative study on chemical composition and functional properties of three Nigerian legumes (Jack beans, Pigeon pea and Cowpea). *Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Science*, 1(1), 89–95.
- Oseni, O. A., Ibeto, A., & Aruna, M. O. (2011). Effects of dehusking on the composition of phytochemicals nutrients, antinutrients, minerals and in-vitro multi enzyme digestibility of the seed of Brazilian Jack beans (*Canavalia braziliensis*). *International Research Journal of Biotechnology*, 2(8), 192–197.
- Pangastuti, P. M., Rahayu, E. S., & Utami, T. (2011). The use of carragenan as a stabilizer in the fermentation of peanut milk drink by *Lactobacillus acidophilus* SNP-2. *The 3rd International Conference of Indonesian Society for Lactic Acid Bacteria (3rd IC-ISLAB): Better Life with Lactic Acid Bacteria: Exploring Novel Functions of Lactic Acid Bacteria.*, 147–156.
- Park, S. Y., Lee, D. K., An, H. M., Kim, J. R., Kim, M. J., Cha, M. K., Lee, S. W., Kim, S. O., Choi, K. S., Lee, K. O., & Ha, N. J. (2012). Producing Functional Soy-Based Yogurt Incubated with *Bifidobacterium Longum* SPM1205 Isolated from Healthy Adult Koreans. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 26(1), 2759–2764. <https://doi.org/10.5504/BBEQ.2011.0152>
- Puspitojati, E., Cahyanto, M. N., Marsono, Y., & Indrati, R. (2019). Production of Angiotensin-I-Converting Enzyme (ACE) Inhibitory Peptides during the Fermentation of Jack Bean (*Canavalia ensiformis*) Tempe. *Pakistan Journal of Nutrition*, 18(5), 464–470. <https://doi.org/10.3923/pjn.2019.464.470>
- Rahmah, A. A., Utami, T. & Cahyanto, M. N. (2019). Thesis. *Perubahan Kandungan Zat Gizi, HCN dan Tanin Selama Proses Pengolahan Sari Koro Pedang Putih (Canavalia ensiformis)*. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ramalingam, Rudra, Saraswathy, N., & Sadasivam, S. (2010). Degradation of flatulence-causing oligosaccharides in soymilk by α -galactosidase - A novel thermotolerant from *Penicillium purpurogenum*. *Indian Journal of Biotechnology*, 9(2), 160–165.
- Ratnaningsih, Ginting, E., Muchlish Adie, M., & Didik Harnowo, D. (2016). *Sifat Fisikokimia dan Kandungan Serat Pangan Galur-Galur Harapan Kedelai. 0341*, 801496. <https://doi.org/https://doi.org/10.21082/jpasca.v14n1.2017.35-45>
- Susanti, I., Hasanah, F., Siregar, N. C., & Supriatna, D. (2013). Potensi Kacang Koro Pedang (*Canavila ensiformis* DC) sebagai Sumber Protein Produk Pangan. *Jurnal Riset Industri*, 7(1), 1–13.
- Utami, T., Pangastuti, P. M., & Rahayu, E. S. (2011). Acid Production and Antioxidant Activity in Peanut Milk Fermented with *Lactobacillus paracasei* SNP2 and *Lactobacillus plantarum* Dad 13. *International Food Conference. Surabaya, 2006*, 73–79.
- Vadivel, V. (2019). The Nutritional and Antioxidant Contents of Wild Jack Bean (*Canavalia Ensiformis* L. DC.): An Under-Exploited Legume from South India. *International Journal of Recent Scientific Research*, 10(10), 33502–33508.
- Vadivel, V. & Janardhanan, L. (2001). Diversity in nutritional composition of wild jack bean (*Canavalia ensiformis* LDC) seed collected from South India. *Food Chemistry*, 74, 507–511.
- Wang, Y.-C., Yu, R.-C., Yang, H.-Y., & Chou, C.-C. (2003). Sugar and acid contents in soymilk fermented with lactic acid bacteria alone or simultaneously with bifidobacteria. *Food Microbiology*, 20(3), 333–338. [https://doi.org/10.1016/S0740-0020\(02\)00125-9](https://doi.org/10.1016/S0740-0020(02)00125-9)
- Wardani, S. K., Utami, T., Cahyanto, M. N., & Rahayu, E. S. (2017). The effect of inoculum size and incubation temperature on cell growth, acid production and curd formation during milk fermentation by *Lactobacillus plantarum* Dad 13. *International Food Research Journal*, 24(June), 921–926.
- Yudianti, N. F., Yanti, R., Cahyanto, M. N., Rahayu, E. S., & Utami, T. (2020). Isolation and Characterization of Lactic Acid Bacteria from Legume Soaking Water of Tempeh Productions. *Digital Press Life Sciences*, 2, 00003. <https://doi.org/10.29037/digitalpress.22328>