

Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Serat Pangan dan Daya Cerna Protein Tepung Jewawut (*Setaria italica*) Menggunakan Ekstrak Kubis Terfermentasi

*Effect of Fermentation Time on Dietary Fiber and Protein Digestibility of Foxtail Millet Flour (*Setaria italica*) using Fermented Cabbage Extract*

Diode Yonata*, Boby Pranata dan Nurhidajah

Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Semarang
Jl. Kedungmundu Raya No. 18, Semarang, Indonesia

Riwayat Naskah:

Diterima 03 2021
Direvisi 06 2022
Disetujui 06 2022

ABSTRAK: Produk turunan serealia lokal Indonesia yang salah satunya adalah tepung Jewawut umumnya mengandung nilai serat pangan (SP) dan daya cerna protein (DCP) yang rendah. Dari banyak hasil penelitian sebelumnya dilaporkan bahwa proses fermentasi diketahui dapat meningkatkan nilai SP dan DCP produk serealia, namun prosesnya membutuhkan waktu yang relatif lama. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan waktu optimum fermentasi pembuatan tepung jewawut dengan menggunakan ekstrak kubis terfermentasi (EKT). Waktu fermentasi yang digunakan di dalam penelitian ini adalah 0, 12, 24, 36, dan 48 jam. Kemudian, terhadap produk tepung jewawut dilakukan analisis proksimat, serat pangan total (SPT), serat pangan larut (SPL), serat pangan tidak larut (SPTL), dan DCP, sedangkan terhadap EKT dilakukan analisis total bakteri, nilai pH, dan total asam. Dari hasil penelitian ini terlihat bahwa proses fermentasi terhadap tepung jewawut yang terbentuk dengan menggunakan EKT memberikan waktu optimum selama 36 jam. Pada waktu tersebut menyebabkan terjadinya peningkatan kadar SPT, SPL, dan DCP berturut-turut sebesar 4,43; 25,35; dan 24,29 %, serta penurunan kadar SPTL sebesar 4,11 %. Kemudian hasil analisis terhadap EKT pada jam ke-36 terjadi peningkatan total bakteri sebesar 4,53 log CFU/ml, peningkatan total asam sebesar 2,59 %, serta penurunan pH cairan EKT sebesar 1,4.

Kata kunci: daya cerna protein, ekstrak kubis terfermentasi, fermentasi, *foxtail millet*, serat pangan

ABSTRACT: Derivative products of Indonesian local cereal such as foxtail millet flour generally contains low dietary fiber (SP) and protein digestibility (DCP) values. Several reports explain that the fermentation process increased SP and DCP values of cereal products, but takes a relatively long-time. This study was to determine the optimum time of fermentation for making foxtail millet flour using fermented cabbage extract (EKT). Fermentation times used were 0, 12, 24, 36, and 48 hours. Foxtail millet flour was analyzed of proximate, total dietary fiber (SPT), soluble dietary fiber (SPL), insoluble dietary fiber (SPTL), and DCP, while total bacteria, pH value, and total acid was analyzed for EKT. From the results, in sight that the fermentation process of foxtail millet flour using EKT provides an optimum time for 36 hours. There was an increase in the levels of SPT, SPL, and DCP respectively by 4.43; 25.35; and 24.29%, also a decrease in SPTL levels amount 4.11%. Then the EKT analysis at 36 hours there was an increase in total bacteria amount 4.53 log CFU/ml, and total acid amount 2.59 %, as for a decrease in the pH value of the EKT liquid amount 1.4.

Keywords: protein digestibility, fermented cabbage extract, fermentation, foxtail millet, dietary fiber

* Kontributor utama
Email : yonata@unimus.ac.id

1. Pendahuluan

Kesadaran masyarakat terhadap pentingnya mengkonsumsi makanan yang sehat, atau pangan fungsional sekarang ini semakin meningkat. Secara bersamaan juga telah banyak penelitian yang mengkonfirmasikan bahwa komponen serat pangan (SP) dari tumbuhan memiliki berbagai manfaat kesehatan untuk tubuh (Devi, Vijayabharathi, Malleshi, & Priyadarshini, 2014).

Menurut Fuller, Beck, Salman, & Tapsell (2016), SP merupakan polimer berbasis karbohidrat dengan sifat fisiologis yang menguntungkan karena bersifat resisten di usus kecil, sehingga difermentasi sebagian atau keseluruhan oleh mikroflora di usus besar. Berdasarkan kelarutannya di dalam air, SP dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu serat pangan larut (SPL) dan serat pangan tidak larut (SPTL). SPL terdiri dari polisakarida non-selulosa seperti pektin dan gum, sedangkan SPTL terdiri dari komponen dinding sel seperti selulosa, lignin, dan hemiselulosa (Dai & Chau, 2017). Berbagai manfaat mengkonsumsi makanan tinggi SP diantaranya menurunkan resiko penyakit jantung koroner, kardiovaskular, obesitas, diabetes mellitus hingga kanker usus besar (Veronese *et al.*, 2018).

Jewawut atau yang lebih dikenal dengan nama *foxtail millet* memiliki komponen SP yang terdiri dari 47,83% hemiselulosa dan 17,30% selulosa yang merupakan komponen SPTL, sedangkan komponen SPL hanya 1,75% (Zhu *et al.*, 2018). Rekomendasi asupan SP pada orang dewasa berkisar antara 28-36 g/hari diharapkan sekitar 20-30 % SP yang dikonsumsi merupakan komponen SPL (Mehta, Ahlawat, Sharma, & Dabur, 2015). Diet SPL berkontribusi signifikan dalam peningkatan konsentrasi asam lemak rantai pendek (ALRP) kolon dibandingkan diet SPTL (Chen *et al.*, 2019). ALRP seperti asam propionat diketahui mampu menurunkan sintesis kolesterol di hati dan di dalam darah, meningkatkan penyerapan natrium dan air ke dalam sel mukosa kolon (Soliman, 2019). Konsumsi SPL juga memberikan efek positif dalam manajemen berat badan, peningkatan homeostatis glukosa dan insulin penderita obesitas (Thompson, Hannon, An, & Holscher, 2017).

Komponen SPL jowawut umumnya masih rendah, sehingga diperlukan proses modifikasi sehingga menghasilkan tepung jowawut tinggi SPL. Beberapa perlakuan fisik, kimia dan biologi telah dikembangkan untuk meningkatkan kandungan SPL. Salah satu metode modifikasi yang dikembangkan adalah fermentasi menggunakan bakteri asam laktat (BAL). Metode ini berpotensi menghasilkan SP yang berkualitas baik dengan kandungan SPL yang tinggi (Zhang, Wang, Cao, & Wang, 2018). Penggunaan starter BAL murni di tingkat petani maupun masyarakat umum akan

sulit diaplikasikan. Selain dari aspek perhitungan ekonomi, pemeliharaan starter alami BAL murni diperlukan keahlian khusus agar bakteri bisa tumbuh dengan baik sehingga proses fermentasi bisa berlangsung secara optimal. Ekstrak kubis terfermentasi (EKT) merupakan salah satu sumber BAL potensial. Proses pembuatan EKT diketahui sangat sederhana, hanya membutuhkan kubis, garam, molases serta wadah tertutup untuk proses fermentasi (Yonata, Nurhidajah, & Sya'di, 2021). Terdapat dua jenis BAL yang tumbuh pada EKT, yaitu *Lactobacillus* spp dan *Leuconostoc* spp (Touret, Oliveira, & Semedo-Lemsaddek, 2018), yang sangat efektif dalam meningkatkan karakteristik tepung hasil fermentasi, termasuk peningkatan nilai SPL (Ogodo, Ugbogu, Onyeagba, & Okere, 2019).

Enzim proteinase dari BAL diketahui berperan dalam peningkatan daya cerna protein (DCP) tepung. Tepung dengan DCP yang tinggi berpotensi memiliki kandungan gizi yang lebih baik dibandingkan tepung dengan DCP yang rendah (Pranoto, Anggrahini, & Efendi, 2013). Komponen SP dan DCP dari berbagai jenis cerealia telah banyak dilaporkan. Namun komponen SP dan DCP tepung jowawut varietas lokal Majene yang difermentasi dengan EKT belum ada yang mempelajarinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu optimum fermentasi pembuatan tepung jowawut dengan menggunakan EKT berdasarkan kadar SP (SPT, SPL, SPTL) dan DCP, serta total bakteri, total asam dan nilai pH dari cairan EKT sebagai data pendukung.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan

Bahan utama yang digunakan di dalam penelitian ini adalah biji jowawut varietas lokal asal Majene Sulawesi Barat dan kubis putih asal Sumowono Semarang Jawa Tengah. Bahan pendukung yang digunakan yaitu garam krosok, molases, dan akuades. Bahan kimia yang digunakan adalah *pro analysis* dari Sigma-Aldrich yaitu HCl, NaOH, etanol 96 %, asam trikloroasetat, aseton, dan *buffer phosphat*. Selanjutnya enzim termamil, enzim pepsin, dan enzim amiloglukosidase.

2.2. Alat

Peralatan yang dipergunakan diantaranya yaitu *waterbath* dan *oven* (Memmert, Germany), pengering kabinet (Agrowindo, Indonesia), neraca digital (Kenko, Indonesia), alat-alat gelas merek *Pyrex*, desikator, pipet mikro (*A one*), *vortex*, sentrifuge, desikator, tanur, dan Spektrofotometer UV-Vis (Aamtast, USA).

2.3. Metode

2.3.1. Pembuatan ekstrak kubis terfermentasi (EKT)

Pembuatan EKT menggunakan metode Yonata *et al.*, (2021). Ke dalam wadah yang berisi kubis putih bersih yang telah dipotong-potong kecil, ditambahkan garam krosok 3 % (b/b), dan molases 6,7 % (b/b), lalu dicampurkan hingga merata. Kubis yang telah tercampur merata dengan garam krosok dan molases tersebut selanjutnya difermentasi selama 8 hari secara anaerob fakultatif di dalam botol kaca tertutup pada suhu ruang. Setelah 8 hari, cairan yang diperoleh dipisahkan dari ampasnya menggunakan saringan berukuran 100 mesh sehingga diperoleh EKT. Selanjutnya EKT ini digunakan sebagai starter sumber BAL yang bersifat selulotik dalam pembuatan tepung jiwawut.

2.3.2. Pembuatan tepung jiwawut

Pembuatan tepung jiwawut menggunakan metode Yonata *et al.*, (2021). Sebanyak 50 g biji jiwawut varietas lokal Majene yang telah disosoh, direndam di dalam wadah tertutup yang berisi cairan EKT dengan rasio 2:3 (b/v). Proses fermentasi biji jiwawut dengan cairan EKT dilakukan pada suhu 37 °C selama variasi waktu fermentasi pada jam ke-0, 12, 24, 36 dan 48. Setelah dilakukan proses fermentasi pada waktu tertentu tersebut, cairan EKT dibuang, lalu biji jiwawut dibersihkan dengan akuades, dan dikeringkan dengan suhu 60 °C di dalam suatu pengering kabinet selama 8 jam. Setelah biji jiwawut kering, selanjutnya digiling dengan *disk mill* sampai terbentuk tepung, lalu diayak menggunakan ayakan ukuran 100 mesh.

2.3.3. Analisis kandungan proksimat tepung jiwawut alami (jam ke-0)

Analisis kandungan nutrisi atau proksimat tepung jiwawut berupa analisis kadar protein, abu, serat kasar, air dan lemak dilakukan menggunakan metode standar *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2010).

2.3.4. Analisis serat pangan (SP) tepung jiwawut

Pengukuran SP menggunakan metode AOAC (2010) yang terdiri dari persiapan sampel, pengukuran SPTL dan SPL. Nilai serat pangan total (SPT) diperoleh dari penjumlahan nilai SPL dengan SPTL.

Sebanyak 1 g sampel tepung jiwawut (W) dimasukkan ke dalam Erlenmeyer, lalu ditambahkan 25 ml *buffer phospat* dan 0.1 ml enzim termamil (enzim α-amilase komersial). Selanjutnya

dipanaskan sambil ditutup dan diinkubasi selama 15 menit pada suhu 100 °C. Sampel yang telah dingin kemudian ditambahkan akuades sebanyak 20 ml dan HCl 4 N hingga pH 2,5. Sebanyak 100 mg enzim pepsin ditambahkan, lalu erlenmeyer ditutup dan dipanaskan selama 60 menit sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer*, dimana suhu diatur konstan 40 °C. Kemudian ditambahkan kembali akuades sebanyak 20 ml dan NaOH 1 N hingga pH larutan mencapai 4,5. Sampel selanjutnya ditambahkan enzim amiloglukosidase, kemudian diinkubasi dalam keadaan erlenmeyer tertutup selama 60 menit dengan suhu 40 °C, sambil sesekali diaduk dan ditambahkan larutan NaOH 1 N hingga pH mencapai 6,8. Sampel selanjutnya disaring menggunakan kertas saring whatman no 41 dan endapan yang terbentuk dibilas sebanyak dua kali menggunakan 10 ml akuades.

Nilai SPTL diperoleh dengan mencuci residu yang diperoleh dari tahap persiapan sampel menggunakan 10 ml etanol 96% sebanyak dua kali, dilanjutkan dengan 10 ml aseton sebanyak dua kali. Residu yang tersisa dikeringkan menggunakan oven bersuhu 105 °C selama 6 jam, kemudian didinginkan di dalam desikator dan ditimbang hingga konstan (A1). Sampel yang telah ditimbang kemudian diabukan selama 6 jam di dalam tanur, pada suhu 550 °C. Sampel kemudian didinginkan dan ditimbang hingga berat konstan (A2).

Nilai SPL diperoleh dengan mengencerkan residu yang diperoleh dari persiapan sampel menggunakan akuades hingga 100 ml. Sampel kemudian ditambahkan 400 ml etanol 96 % yang telah dipanaskan (bersuhu ± 60 °C) dan didiamkan selama 60 menit. Filtrat disaring dengan kertas whatman no 41, dan dicuci dengan 10 ml etanol 96 % dan 10 ml aseton masing-masing sebanyak dua kali. Residu yang terbentuk kemudian dikeringkan selama 6 jam pada suhu 105 °C, didinginkan dalam desikator, serta ditimbang selanjutnya diabukan selama 6 jam dengan tanur yang bersuhu 550 °C, didinginkan dalam desikator dan selanjutnya ditimbang hingga berat konstan (B1). Sampel yang telah ditimbang selanjutnya diabukan selama 6 jam dengan tanur yang bersuhu 550 °C, didinginkan dalam desikator dan selanjutnya ditimbang hingga berat konstan (B2). Analisis menggunakan blanko dengan persiapan dan langkah yang sama namun tanpa adanya sampel, hingga diperoleh berat blanko (C).

$$\text{SPTL\%} = \frac{\text{A1} - \text{A2} - \text{C}}{\text{W}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{SPL \%} = \frac{\text{B1} - \text{B2} - \text{C}}{\text{W}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{SPT \%} = \text{SPTL} + \text{SPL} \quad \dots\dots\dots (3)$$

2.3.5. Analisis daya cerna protein (DCP) tepung jiwawut

Nilai DCP ditentukan sesuai metode Li, Lv, Wang, Zhu, Shen (2020). Sebanyak 100 mg tepung jiwawut diinkubasi dengan 7,5 ml HCl (0,1 mol/L) pada suhu 37 °C selama 5 menit. Sampel kemudian ditambahkan 1,5 mg enzim pepsin dan diinkubasi pada suhu 37 °C selama 2 jam. Selanjutnya pH sampel diatur menjadi 7,0 menggunakan larutan NaOH 2 mol/L. Sebanyak 3,75 ml bufer fosfat pH 8,0 dan 2 mg tripsin ditambahkan, kemudian diinkubasi selama 120 menit pada suhu 37 °C. Pada akhir proses reaksi, ditambahkan 10 ml asam trikloroasetat 20 % (b/v). Larutan sampel kemudian diencerkan menggunakan akuades hingga volume tepat 100 ml. Pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 578 nm. Total protein dianalisis menggunakan metode Kjeldahl (AOAC, 2010). Nilai DCP dinyatakan sebagai persentase dari total protein yang dihidrolisis oleh enzim.

2.3.6. Analisis total bakteri, total asam dan pH cairan EKT

Total bakteri dianalisa menggunakan metode hitung cawan (Fardiaz, 1993). Analisis total asam menggunakan metode titrasi (AOAC, 2010), sedangkan pH EKT diukur menggunakan pH meter dengan cairan pengkalibrasi menggunakan larutan buffer standar pH 4 dan pH 7 (AOAC, 2010).

2.3.7. Analisis data

Semua percobaan dilakukan dalam 5 kali pengulangan. Hasil disajikan dalam nilai rata-rata ± standar deviasi. Uji beda data dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) satu arah. Apabila hasil yang diperoleh berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95 %, maka dilanjutkan dengan uji *posthoc* menggunakan *Least Significant Difference* (LSD) dengan taraf signifikansi 5 %, dengan bantuan software SPSS 22.0.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Komposisi proksimat tepung jiwawut alami (jam ke-0)

Tepung jiwawut alami varietas lokal Majene di dalam penelitian ini memiliki kandungan protein sekitar $10,42 \pm 0,42$ %. Nilai ini lebih rendah bila dibandingkan dengan nilai kandungan protein tepung *foxtail millet* asal India yang dilaporkan oleh Sharma & Gujral (2019) sebesar $12,20 \pm 0,39$ %. Selain itu, tepung jiwawut alami memiliki kandungan proksimat berupa kadar abu, serat kasar, air, dan lemak berturut-turut sebesar $1,39 \pm 0,28$; $4,36 \pm 0,51$; $8,31 \pm 0,84$; dan $2,97 \pm 0,77$ % (Tabel 1).

Tabel 1

Kandungan proksimat tepung jiwawut

Parameter	Kadar (%)
Kadar protein	$10,42 \pm 0,42$
Kadar abu	$1,39 \pm 0,28$
Kadar serat kasar	$4,36 \pm 0,51$
Kadar air	$8,31 \pm 0,84$
Kadar lemak	$2,97 \pm 0,77$

Keterangan: nilai merupakan rerata ± standar deviasi dari 5 ulangan

3.2. Serat Pangan Tepung Jiwawut

Tepung jiwawut alami dalam penelitian ini memiliki kadar SPT sebesar 24,35 %, lebih tinggi dari yang dilaporkan oleh Sharma & Gujral (2019) sebesar 15,20 %. Proses fermentasi menyebabkan kandungan SPT tepung jiwawut meningkat secara signifikan dari $24,35 \pm 0,04$ % menjadi $25,48 \pm 0,21$ % setelah 48 jam fermentasi. Kadar SPTL tepung jiwawut berkisar antara $18,52 \pm 0,10$ % sampai dengan $20,29 \pm 0,14$ %, sedangkan kadar SPL tepung jiwawut berkisar antara $4,06 \pm 0,17$ % sampai dengan $6,96 \pm 0,18$ % (Tabel 2).

Menurut laporan Adedeye, Olayeye, Aremu, Atere, & Idowu (2020), selama fermentasi berlangsung, terjadi proses pelarutan parsial serta depolimerisasi hemiselulosa dan zat pektin tidak larut, yang menyebabkan kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin millet menurun secara signifikan. Xirox, Topokas, Katapodis, dan Christakopoulos (2008) dalam penelitiannya juga

Tabel 2

Kadar SPT, SPTL dan SPL tepung jiwawut berdasarkan lama waktu fermentasi menggunakan EKT

Waktu fermentasi (Jam)	Kadar SPT Tepung Jiwawut (%)	Kadar SPTL Tepung Jiwawut (%)	Kadar SPL Tepung jiwawut (%)
0	$24,35 \pm 0,04^a$	$20,29 \pm 0,14^d$	$4,06 \pm 0,17^a$
12	$24,55 \pm 0,08^a$	$19,12 \pm 0,09^c$	$5,43 \pm 0,09^b$
23	$25,02 \pm 0,19^b$	$19,83 \pm 0,06^b$	$6,19 \pm 0,22^c$
36	$25,43 \pm 0,21^c$	$18,58 \pm 0,09^a$	$6,85 \pm 0,14^d$
48	$25,48 \pm 0,21^c$	$18,52 \pm 0,10^a$	$6,96 \pm 0,18^d$

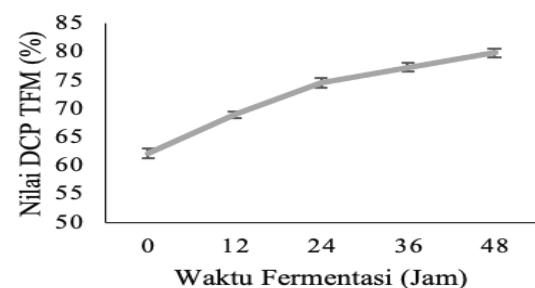
Keterangan: Semua nilai merupakan rerata ± standar deviasi dari 5 kali ulangan; Nilai superskrup yang berbeda antar kolom menunjukkan ada perbedaan yang signifikan dengan tingkat kepercayaan 95% berdasarkan uji beda ANOVA dan uji lanjut LSD.

melaporkan bahwa selama fermentasi berlangsung, BAL menghasilkan metabolit seperti asam laktat dan asam asetat yang menyebabkan lingkungan cukup asam. Kondisi tersebut menghasilkan mikroba dengan aktivitas celulase yang tinggi, yang kemudian mendegradasi selulosa dan hemiselulosa serta meningkatkan polisakardia terlarut. Selulosa, hemiselulosa dan lignin merupakan komponen SP golongan SPTL, hal inilah yang mendasari peningkatan SPL setelah difermentasi dengan EKT.

Produk pangan dengan SP yang tinggi sangat baik untuk kesehatan. SP pada jowawut dilaporkan memiliki sifat hipoglikemik dan indeks glikemik yang rendah (Sharma & Niranjan, 2018). Penggunaan SP jowawut dalam adonan pada konsentrasi yang tepat juga dilaporkan tidak mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap produk roti kukus yang diproduksi (Li *et al.*, 2020).

Meningkatnya kadar SPT tepung jowawut setelah proses fermentasi, diduga juga berdampak pada peningkatan kadar arabinoksilan tepung jowawut. Hal ini didasari oleh pernyataan Sharma & Gujral (2019), bahwa ada korelasi positif yang kuat antara kadar SP dengan kandungan arabinoksilan. Arabinoksilan beserta 1-3/1-4 β -D-glucan, pektin dan arabinogalactan merupakan komponen penting dari SP yang dapat menurunkan kadar kolesterol dan lemak (Devi *et al.*, 2014).

Penurunan kadar SPT yang diikuti peningkatan SPL dikaitkan dengan komponen protein dan pati tepung jowawut yang digunakan oleh BAL untuk pertumbuhan (Tu, Chen, Wang, Ruang, Zhang, & Kuo, 2014). Peningkatan kadar SPL tepung jowawut setelah difermentasi juga dilaporkan oleh Chu, Zhao, Lu, Lu, Bie, & Zhang (2019). Zhu *et al.*, (2018) telah mengungkapkan bahwa tepung jowawut memiliki berat molekul SPL sekitar $1,62 \times 10^5$ hingga $1,99 \times 10^5$ Da. Hal ini menunjukkan bahwa, peningkatan SPL tepung jowawut hasil fermentasi diduga kuat mampu menurunkan penyerapan glukosa darah. Selain itu, SPL secara signifikan juga mampu mengurangi konsentrasi kolesterol total, *low-density-lipoprotein* (LDL), dan trigliserida, sekaligus meningkatkan konsentrasi *high-density-lipoprotein* (HDL) tikus (Chen, Ye, Yin, & Zhang, 2014).



Gambar 1. Nilai DCP tepung jowawut berdasarkan lama waktu fermentasi menggunakan EKT

3.3. Daya cerna protein (DCP) tepung jowawut

Nilai DCP tepung jowawut alami (jam ke-0) di dalam penelitian ini adalah sebesar $62,21 \pm 0,86$ %, dan mengalami peningkatan sebesar 17,64 % menjadi $79,85 \pm 0,74$ % pada waktu fermentasi selama 48 jam dengan menggunakan EKT (Gambar 1).

Proses fermentasi menyebabkan nilai DCP tepung jowawut meningkat secara signifikan. Peningkatan nilai DCP berkaitan dengan keberadaan senyawa antinutrisi tepung jowawut seperti tanin dan asam fitat yang terus berkurang selama proses fermentasi berlangsung. Keberadaan tanin dan asam fitat diketahui mengikat dan mengendapkan protein sehingga nilai DCP lebih rendah (Gulati, Li, Holding, Santra, Zhang, & Rose, 2017). Pernyataan ini semakin dilengkapi oleh laporan Duodu, Taylor, Belton, & Hamaker (2003), bahwa ada dua faktor yang mempengaruhi DCP yaitu dari aspek endogen seperti perubahan dalam molekul protein itu sendiri dan faktor eksogen yaitu interaksi protein dengan tanin, asam fitat, lipid, pati dan polisakarida non pati.

Tanin merupakan senyawa polifenol yang banyak terdapat pada *millet* (Sharma & Niranjan, 2018), selain mengikat protein juga mengikat karbohidrat dan mineral sehingga penyerapan dan pencernaannya berkurang (Onyango, Ochanda, Mwasaru, Ochieng, Mathooko, & Kinyuru, 2013). Pushparaj & Urooj (2011) telah melakukan penelitian mengenai hubungan antara kadar SP dan nilai DCP pada tepung *millet* mutiara. Dalam penelitian tersebut mengungkapkan bahwa ada hubungan positif antara kadar SP dengan DCP tepung *millet* walau tidak signifikan. Hasil tersebut terkonfirmasi dalam penelitian ini, dimana ada hubungan positif antara kadar SP dan nilai DCP tepung jowawut setelah difermentasi dengan EKT, yang tergambar dari adanya kecenderungan peningkatan kadar SP dan DCP tepung jowawut.

Tabel 3

Jumlah total bakteri, nilai pH, dan total asam pada cairan EKT hasil fermentasi tepung jowawut

Waktu Fermentasi (Jam Ke-)	Jumlah Total Bakteri (log CFU/ml)	Nilai pH	Total Asam (%)
0	3,67 ± 0,15 ^a	5,36 ± 0,09 ^d	0,94 ± 0,09 ^a
12	8,12 ± 0,08 ^{bc}	5,17 ± 0,09 ^d	1,74 ± 0,08 ^b
24	8,46 ± 0,06 ^d	4,51 ± 0,10 ^c	2,39 ± 0,03 ^c
36	8,20 ± 0,12 ^c	3,96 ± 0,17 ^b	3,53 ± 0,10 ^d
48	8,04 ± 0,10 ^b	3,52 ± 0,07 ^a	3,96 ± 0,06 ^e

Keterangan: Semua nilai merupakan *mean* ± standar deviasi 5 kali ulangan; Nilai superskrip yang berbeda antar kolom menunjukkan ada perbedaan yang signifikan dengan tingkat kepercayaan 95% berdasarkan uji beda ANOVA dan uji lanjut LSD.

3.4. Jumlah bakteri, nilai pH dan total asam cairan EKT

Jumlah bakteri yang terdapat pada cairan EKT berkisar antara $3,67 \pm 0,15$ sampai dengan $8,46 \pm 0,06$ log CFU/ml (Tabel 3). Jumlah total bakteri EKT meningkat secara signifikan dari $3,67 \pm 0,15$ menjadi $8,12 \pm 0,08$ log CFU/ml setelah 12 jam fermentasi. Selanjutnya, pertumbuhan bakteri pada EKT relatif lambat, fase puncak pertumbuhan bakteri EKT yaitu setelah 24 jam fermentasi dengan total bakteri mencapai $8,46 \pm 0,06$ log CFU/ml. Jumlah bakteri kemudian mulai menurun ketika waktu fermentasi ditingkatkan menjadi 36 jam dan 48 jam. Peningkatan tajam total BAL pada awal fermentasi dikaitkan dengan kemampuan BAL dalam memanfaatkan gula sebagai substrat untuk pertumbuhannya. Sedangkan penurunan jumlah total bakteri setelah 36 dan 48 jam fermentasi kemungkinan dipengaruhi oleh akumulasi produk metabolit seperti etanol, karbon dioksida, dan zat antibakteri yang menghambat pertumbuhan mikroba (Pranoto *et al.*, 2013; Hultkins, 2006, Xiong, Guan, Song, Hao, & Xie., 2012). Selain itu, pertumbuhan bakteri cenderung terhambat ketika pH cairan terlalu rendah atau kondisi terlalu asam (Han *et al.*, 2014).

Nilai pH EKT mengalami penurunan yang signifikan selama proses fermentasi biji jowawut dari $5,36 \pm 0,09$ turun hingga $3,52 \pm 0,07$. Penurunan ini disebabkan oleh peningkatan produksi asam oleh BAL EKT selama fermentasi. Nilai pH EKT mengalami penurunan tertinggi setelah fermentasi 24 jam (Tabel 3). Hal ini diduga kuat karena pertumbuhan BAL EKT memasuki fase kematian, yang menghasilkan berbagai macam metabolit sekunder yang menyebabkan kondisi cairan menjadi lebih asam.

Penurunan nilai pH EKT berbanding terbalik dengan total asam yang dihasilkan. Tabel 3 menunjukkan bahwa total asam EKT meningkat dari $0,94 \pm 0,09$ menjadi $3,96 \pm 0,06$ % setelah 48 jam fermentasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa BAL dari EKT selama fermentasi menghasilkan pH yang lebih rendah dan total asam yang lebih tinggi. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Han *et al.*, (2014) dan Du, Song, Zhao, Sun, Ping, & Ge (2018) yang menyatakan ada

korelasi yang kuat antara penurunan nilai pH dengan peningkatan total asam EKT. Fenomena ini disebabkan karena pengaruh asam laktat, asam asetat, alkohol dan karbon dioksida yang dihasilkan BAL selama fermentasi (Xiong *et al.*, 2012). BAL golongan *Lactobacillus* sp pada EKT dikategorikan sebagai bakteri heterofermentatif yang dapat menghasilkan lebih banyak asam asetat dan metabolit lain dibandingkan bakteri jenis homofermentatif (Hultkins, 2006).

4. Kesimpulan

Ada pengaruh peningkatan waktu fermentasi terhadap komponen SP dan DCP tepung jowawut menggunakan EKT secara nyata pada tingkat kepercayaan 95 %. Kadar SPT, SPL dan DCP tepung jowawut meningkat seiring bertambahnya waktu fermentasi, yang diikuti dengan penurunan kadar SPTL tepung jowawut. Proses fermentasi juga menyebabkan peningkatan total bakteri dan total asam cairan EKT serta penurunan nilai pH cairan EKT secara signifikan pada tingkat kepercayaan 95 %. Dengan demikian, waktu fermentasi jowawut dengan menggunakan EKT selama 36 jam merupakan waktu optimal dan sangat efektif dalam memperbaiki komponen SP dan DCP tepung jowawut.

Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Semarang yang telah memberikan bantuan dana penelitian kepada penulis.

Daftar Pustaka

- Adedeye, E. I., Olaleye, A. A., Aremu, M. O., Atere, J. O., & Idowu, O. T. (2020). Sugar, antinutrient and food properties levels in raw, fermented and germinated pearl millet grains. *FUW Trends in Science & Technology Journal*, 5 (3), 745-758.
AOAC. (2010). *Official Methods of Analysis* (18th ed, revision 3). Gaintersburg: Association of Official Analytical Chemists International.

- Chen, T., Chen, D., Tian, G., Zheng, P., Mao, X., Yiu, J., et al. (2019). Soluble fiber and insoluble fiber regulate colonic microbiota and barrier function in a piglet model. *Biomed Research International*, 2019, 7809171.
- Chen, Y., Ye, R., Yin, L., & Zhang, N. (2014). Novel blasting extrusion processing improved the physicochemical properties of soluble dietary fiber from soybean residue and in vivo evaluation. *Journal of Food Engineering*, 120, 1-8.
- Chu, J., Zhao, H., Lu, Z., Lu, F., Bie, X., & Zhang, C. (2019). Improved physicochemical and functional properties of dietary fiber from millet bran fermented by *Bacillus natto*. *Food Chemistry*, 294, 79-86.
- Dai, F-J., & Chau, C-F. (2017). Classification and regulatory perspective of dietary fiber. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25 (1), 37-42.
- Devi, P. B., Vijayabharathi, R., Sathyabama, S., Malleshi, N. G., & Priyadarisini, V. B. (2014). Health benefits of finger millet (*Eleusine coracana* L.) polyphenols and dietary fiber: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51 (6), 1021-1040.
- Du, R., Song, G., Zhao, D., Sun, J., Ping, W., & Ge, J. (2018). *Lactobacillus casei* starter culture improves vitamin content, increases acidity and decreases nitrite concentration during sauerkraut fermentation. *International Journal of Food Science and Technology*, 53 (8), 1925-1931.
- Duodu, K. G., Taylor, J. R. N., Belton, P. S., & Hamaker, B. R. (2003). Factors affecting sorghum protein digestibility. *Journal of Cereal Science*,
- Fardiaz, S. (1993). *Analisis Mikrobiologi Pangan*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Fuller, S., Beck, E., Salman, H., & Tapsell L. (2016). New horizons for the study of dietary fiber and health: a review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 71, 1-12.
- Gulati, P., Li, A., Holding, D., Santra, D., Zhang, Y., & Rose, D. J. (2017). Heating reduces proso millet protein digestibility via formation of hydrophobic aggregates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 8 (65), 1952-1959.
- Han, X., Yi, H., Zhang, L., Huang, W., Zhang, Y., Zhang, L., & Du, M. (2014). Improvement of fermented Chinese cabbage characteristics by selected starter cultures. *Journal of Food Science*, 79 (7), 1387-1340.
- Hutkins, R. W. (2006). *Microbiology and technology of fermented foods*. Blackwell Publishing.
- Diakses 28 April 2022, dari <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470277515>.
- Li, Y., Lv, J., Wang, L., Zhu, Y., & Shen, R. (2020). Effects of millet bran dietary fiber and millet flour on dough development, steamed bread quality, and digestion in vitro. *Applied Science*, 10 (3), 1-13.
- Mehta, N., Ahlawat, S. S., Sharma, D. P., & Dabur, R. S. (2015). Novel trends in development of dietary fiber rich meat products – a critical review. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 633-647.
- Onyango, C. A., Ochanda, S. O., Mwasaru, M. A. Ochieng, J. K., Mathooko, F. M., & Kinyuru, J. N. (2013). Effects of malting and fermentation on anti-nutrient reduction and protein digestibility of red sorghum, white sorghum and pearl millet. *Journal of Food Research*, 2 (1), 41-49.
- Ogodo, A. C., Ugbogu, O. C., Onyeagba, R. A., & Okere, H. C. (2019). Microbiological quality, proximate composition and in vitro starch/protein digestibility of sorghum bicolor flour fermented with lactic acid bacteria consortia. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 6 (7): 1-9.
- Pranoto, Y., Anggrahini, S., & Efendi Z. (2013). Effect of natural and *Lactobacillus plantarum* fermentation on *in-vitro* protein and starch digestibilities of sorghum flour. *Food Bioscience*, 2: 46-52.
- Pushparaj, F. S., & Urooj, A. (2011). Influence of processing on dietary fiber, tannin and *in vitro* protein digestibility of pearl millet. *Food and Nutrition Science*. 2 (8): 895-900.
- Sharma, N., & Niranjan, K. (2018). Foxtail millet: properties, processing, health benefits and uses. *Food Reviews International*, 34 (4), 329-363.
- Sharma, B., & Gujral, H. S. (2019). Influence of nutritional and antinutritional components on dough rheology and *in vitro* protein & starch digestibility of minor millets. *Food Chemistry*, 299, 125115.
- Soliman, G. A. (2019). Dietary fiber, atherosclerosis, and cardiovascular disease. *Nutrients*, 11 (5), 1155.
- Thompson, S. V., Hannon, B. A., An, R., & Holscher, H. D. (2017). Effects of isolated soluble fiber supplementation on body weight, glycemia, and insulinemia in adults with overweight and obesity: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 106 (6), 1514-1528.
- Touret, T., Oliveira, M., & Semedo-Lemsaddek, T. (2018). Putative probiotic lactic acid bacteria isolated from sauerkraut fermentations. *Plos One*, 13 (9), e0203501.
- Tu, Z., Chen, L., Wang, H., Ruang, C., Zhang, L., & Kuo, Y. (2014). Effect of fermentation and

- dynamic high pressure microfluidization on dietary fibre of soybean residue. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 3285-3292.
- Veronese, N., Solmi, M., Caruso, M. G., Giannelli, G., Osella, A. R., Evangelou, E., et al. (2018). Dietary fiber and health outcomes: an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 107 (3), 436-444.
- Xiong, T., Guan, Q., Song, S., Hao, M., & Xie, M. (2012). Dynamic changes of lactic acid bacteria flora during Chinese sauerkraut fermentation. *Food Control*, 26 (1), 178-181.
- Xiros, C., Topakas, E., Katapodis, P., & Christakopoulou, P. (2008). Hydrolysis and fermentation of brewer's spent grain by *Neurospora crassa*. *Bioresource Technology*, 99 (13), 5427-5435.
- Yonata, D., Nurhidajah., & Sya'di, Y. K. (2021). Profil tepung foxtail millet varietas lokal Majene termodifikasi melalui fermentasi ekstrak kubis terfermentasi. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 10 (2), 60-69.
- Zhang, H., Wang, H., Cao, X., & Wang, J. (2018). Preparation and modification of high dietary fiber flour: a review. *Food Research International*, 113, 24-35.
- Zhu, Y., Chu, J., Lu, Z., Lv, F., Bie, X., Zhang, C., & Zhao, H. (2018). Physicochemical and functional properties of dietary fiber from foxtail millet (*Setaria italic*) bran. *Journal of Cereal Science*, 79, 456-461.