

# Pengaruh Fermentasi terhadap Serat Pangan dan Daya Cerna Protein Tepung Foxtail Millet

## *Effect of Fermentation on Dietary Fiber and Protein Digestibility of Foxtail Millet Flour*

Diode Yonata<sup>a\*</sup>, Bobby Pranata<sup>a</sup> dan Nurhidajah<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Semarang  
Jl. Kedungmundu Raya No. 18, Semarang, Indonesia

### Riwayat Naskah:

Diterima xx,xxx  
Direvisi xx,xxx  
Disetujui xx,xxx

**ABSTRAK:** Produk sereal termasuk *foxtail millet* (FM) umumnya mengandung serat pangan (DF) dan daya cerna protein (DCP) yang rendah. Proses fermentasi telah banyak dilaporkan mampu memperbaiki nilai DF dan DCP produk sereal, namun membutuhkan waktu yang relatif lama. Tujuan penelitian ini yaitu menentukan waktu fermentasi optimal (0, 12, 24, 36 dan 48 jam) terhadap kandungan DF dan DCP tepung *foxtail millet* (TFM) menggunakan ekstrak kubis terfermentasi (EKT). Hasil penelitian menunjukkan fermentasi TFM menggunakan EKT selama 36 jam menyebabkan peningkatan pada kadar DF total (4,43%), DF larut (25,35%), dan DCP (24,29%), serta penurunan DF tidak larut (4,11%). Fermentasi juga menyebabkan peningkatan total bakteri (3,67 – 8,04 log cfu/ml), dan total asam (0,94 – 3,56%), serta penurunan nilai pH (6,36 – 3,82) cairan. Dengan demikian, FM yang difermentasi dengan EKT selama 36 jam cukup efektif dalam memperbaiki komponen DF dan DCP TFM.

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

**ABSTRACT:** Cereal products including *foxtail millet* (FM) generally contain low dietary fiber (DF) and protein digestibility (DCP). Fermentation process has been reported to be able to improve the DF and DCP values of cereal products, but it requires a relatively long time. The research was to determine the optimal duration of the fermentation (0, 12, 24, 36 and 48 hours) on the DF and DCP content of *foxtail millet* flour (TFM) using extract cabbage fermented (EKT). The results showed that TFM fermentation using EKT for 36 hours leads to an increase in the total DF (4.43%), soluble DF (68.72%), and DCP (24.29%), and a decrease in insoluble DF (8.43%). Fermentation also leads an increase in the total bacteria (3.67 - 8.04 log cfu / ml), and total acid (0.94 - 3.56%), and a decrease in the pH value (6.36 - 3.82) of the liquid. Accordingly, FM fermentation using EKT for 36 hours was quite effective in improving the components DF and DCP of TFM.

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

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

## 1. Pendahuluan

Kesadaran masyarakat akan pentingnya mengkonsumsi makanan kesehatan, atau pangan fungsional dewasa ini semakin meningkat. Secara bersamaan juga telah banyak penelitian yang mengkonfirmasi, bahwa beberapa komponen yang berasal dari tumbuhan seperti serat pangan (DF) memiliki berbagai manfaat kesehatan untuk tubuh (Devi, Vijayabharathi, Malleshi, & Priyadarisini, 2014).

DF 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 (Fuller, Salman, & Tapsell, 2016). Menurut kelarutannya, DF dibedakan menjadi serat pangan larut (SDF) dan serat pangan tidak larut (IDF). SDF terdiri dari polisakarida non selulosa seperti pektin dan gom, sedangkan IDF umumnya terdiri dari komponen dinding sel seperti selulosa, lignin, dan hemiselulosa (Dai & Chau, 2017).

Berbagai manfaat mengkonsumsi makanan tinggi DF telah dilaporkan seperti penurunan resiko penyakit jantung koroner, kardiovaskular, obesitas, diabetes mellitus hingga kanker usus besar (Veronese et al., 2018). Zheng & Li (2018) juga menyatakan bahwa produk pangan yang ditambahkan atau tinggi DF memiliki tekstur, warna dan rasa yang lebih baik dibanding produk pangan rendah DF.

Asupan DF yang direkomendasikan untuk orang dewasa berkisar antara 28-36 g/hari. Kualitas DF yang baik ditandai dengan kandungan SDF yang tinggi. Sekitar 20-30% asupan DF manusia harus berasal dari SDF (Mehta, Ahlawat, Sharma, & Dabur, 2015). SDF memiliki kemampuan fermentabilitas dan viskositas yang sangat dibutuhkan oleh tubuh yang berperan dalam menurunkan kolesterol serta meningkatkan penyerapan glukosa usus (Ma & Mu, 2016).

*Foxtail millet* (FM) varietas lokal Majene sama seperti millet umumnya yang kaya akan DF. Komponen utama penyusun DF FM adalah hemiselulosa (47,83%) dan selulosa (17,30%) yang merupakan komponen IDF, sedangkan komponen SDF FM hanya mencapai 1,75% dari total DF (Zhu et al., 2018). Berbagai perlakuan fisik, kimia dan biologi telah dikembangkan untuk meningkatkan kandungan SDF. Jelas bahwa fermentasi dengan bakteri asam laktat (BAL) merupakan metode yang sangat potensial untuk menghasilkan DF yang berkualitas baik dengan kandungan SDF yang tinggi (Zhang, Wang, Cao, & Wang, 2018).

Penggunaan strain BAL murni di tingkat petani maupun masyarakat umum akan sulit diaplikasikan. Selain dari sisi ekonomi,

pemeliharaan strain alami 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. 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 SDF (Ogodo, Ugbogu, Onyeagba, & Okere, 2019).

Aktivitas enzim *amylase* dari BAL selama proses fermentasi berlangsung diketahui berperan dalam memperbaiki daya cerna protein (DCP) *in vitro* tepung yang dimodifikasi. Produk tepung dengan DCP yang tinggi berpotensi memiliki kandungan gizi yang lebih baik dibandingkan tepung dengan DCP yang rendah (Pranoto, Anggrahini, & Efendi, 2013). Komponen DF dan DCP dari berbagai jenis sereal telah banyak dilaporkan. Namun, komponen DF dan DCP tepung foxtail millet (TFM) varietas lokal Majene yang difermentasi dengan EKT belum ada yang mempelajarinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu fermentasi terhadap kandungan DF, IDF, SDF, DCP TFM menggunakan EKT, serta total bakteri, nilai pH dan total asam pada cairan ekstrak.

## 2. Bahan dan Metode

### 2.1. Bahan

Bahan yang digunakan terdiri dari biji FM dari Majene - Sulawesi Barat, kubis putih dari Sumowono - Semarang, garam krosok, molasses dan akuades. Bahan kimia yang digunakan meliputi larutan buffer fosfat, HCl, enzim pepsin, enzim *amylglucosidase*, NaOH, etanol 96% dan aseton.

### 2.2. Alat

Alat yang digunakan terdiri dari *waterbath* (Mimmert), oven (Mimmert), *cabinet dryer* (Agrowindo), alat-alat gelas seperti Erlenmeyer, gelas beker dan pipet volume merek pyrex, pipet mikro (A One), *vortex*, *centrifuge* dan Uv-Vis Spektrofotometer (Amtast-AMV09).

### 2.3. Metode

#### 2.3.1. Pembuatan ekstrak kubis terfermentasi

Pembuatan EKT menggunakan metode Edam (2017) dan Utama, Zuprizal, Hanim, & Wihandoyo (2018) yang dimodifikasi. Kubis putih yang telah

bersih dan dipotong hingga berukuran kecil ( $\pm 1$  cm<sup>2</sup>), ditambahkan 3% garam dan 6,7% molasses kemudian dicampur hingga rata. Kubis yang telah tercampur selanjutnya difermentasi selama 8 hari dalam wadah tertutup. Setelah itu, kubis diperas dan cairan yang diperoleh dipisahkan dari ampas, sehingga diperoleh EKT

### 2.3.2. Pembuatan tepung foxtail millet

Biji FM yang telah disosoh selanjutnya ditimbang sebanyak 50 gram kemudian direndam dalam 150 ml EKT, wadah fermentasi ditutup menggunakan aluminium foil. Proses fermentasi dilakukan pada suhu 37 °C sesuai perlakuan (0, 12, 24, 36 dan 48 jam). Biji FM kemudian dibersihkan dan dikeringkan dalam pengering kabinet bersuhu 60 °C selama 8 jam, setelah kering kemudian tepungkan menggunakan diskmill dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh.

### 2.3.3. Analisis komposisi proksimat

Kandungan gizi berupa kadar protein, kadar abu, kadar serat kasar, kadar air dan kadar lemak dianalisis menggunakan metode standar AOAC (2005).

### 2.3.4. Analisis serat pangan

Pengukuran serat pangan (DF) menggunakan metode AOAC (2010) yang terdiri dari persiapan sampel, pengukuran serat pangan tidak larut (IDF) dan serat pangan larut (SDF). Nilai DF diperoleh dari penjumlahan nilai IDF dengan SDF.

Persiapan sampel dimulai dengan memasukkan 1 gram TFM (W) yang telah ditimbang secara teliti ke dalam erlenmeyer, dan ditambahkan larutan buffer. Selanjutnya ditambahkan larutan *termamyl* sebanyak 100  $\mu$ l dan 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 M hingga pH 1,5. Sebanyak 100 mg pepsin ditambahkan, erlenmeyer ditutup dan dipanaskan selama 60 menit sambil diaduk, dimana suhu diatur konstan 40 °C, ditambahkan kembali akuades sebanyak 20 ml dan ditambahkan NaOH 1 N hingga pH larutan mencapai 4,5. Sampel selanjutnya ditambahkan enzim *amylglucosidase*, 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, endapan yang terbentuk dibilas sebanyak 2 kali dengan 10 ml akuades.

Nilai IDF diperoleh dengan mencuci residu yang diperoleh dari tahap persiapan sampel

menggunakan 10 ml etanol 96% sebanyak dua kali, kemudian 10 ml aseton sebanyak dua kali. Residu yang tersisa kemudian dikeringkan menggunakan oven bersuhu 105 °C selama 6 jam, sampel kemudian didinginkan di dalam desikator dan ditimbang hingga konstan (A1). Sampel yang telah ditimbang kemudian diabukan selama 6 jam di dalam tanur, suhu diatur 550 °C. Sampel yang telah dingin kemudian ditimbang hingga konstan (A2).

Nilai SDF 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  $\pm 60$  °C) dan didiamkan selama 60 menit. Filtrat disaring, dan dicuci dengan 10 ml etanol 96% dan 10 ml aseton masing-masing dua kali. Residu yang terbentuk kemudian dikeringkan selama 6 jam pada suhu 105 °C, sampel kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang (B1). Sampel yang telah ditimbang selanjutnya diabukan selama 6 jam dengan tanur yang bersuhu 550 °C, didinginkan dalam desikator dan selanjutnya ditimbang (B2). Analisis menggunakan blanko dengan persiapan dan langkah yang sama namun tanpa adanya sampel, hingga diperoleh berat blanko (C).

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

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

$$\text{DF \%} = \text{IDF} + \text{SDF} \dots\dots\dots (3)$$

### 2.3.5. Analisis daya cerna protein

Daya cerna protein (DCP) ditentukan dengan metode yang dijelaskan oleh Li, Lv, Wang, Zhu, Shen (2020). Sebanyak 100 mg TFM diinkubasi dengan 7,5 ml HCl (0,2 mol/L) pada suhu 37 °C selama 5 menit, 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 1 N. Sebanyak 3,75 ml buffer fosfat pH 8,0 dan 1 mg tripsin (1:250) ditambahkan, kemudian diinkubasi selama 120 menit pada suhu 37 °C dan diakhir reaksi ditambahkan 10 ml asam trikloroasetat 20% (b/v). Larutan sampel kemudian diencerkan menggunakan akuades hingga volume tepat 100 ml. Total protein menggunakan metode Kjeldahl (AOAC, 2005). Daya cerna protein dinyatakan sebagai persentase dari total protein yang dihidrolisis oleh enzim.

### 2.3.6. Analisis total bakteri, total asam dan pH

Total bakteri diukur menggunakan metode hitung cawan (Fardiaz, 1993). Analisis total asam

menggunakan metode titrasi (AOAC, 2005), sedangkan pengukuran pH EKT menggunakan pH meter dengan cairan pengkalibrasi menggunakan buffer pH 4 dan buffer pH 7 (AOAC, 1995).

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Komposisi proksimat TFM

TFM varietas lokal Majene memiliki kandungan protein sekitar 10,42%, sedikit lebih rendah dari yang dilaporkan oleh Sharma & Gujral (2019) yang mencapai 12,20%, namun lebih tinggi dari protein tepung terigu (10,09%) pada penelitian yang sama. Selain itu, TFM alami memiliki kandungan proksimat berupa kadar abu sebesar 1,39%, kadar serat kasar 4,36%, kadar air 8,31% serta kadar lemak mencapai 2,97%.

Tabel 1  
Kandungan proksimat TFM

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

Ket: nilai merupakan standar deviasi dari 3 ulangan

#### 3.2. Serat pangan TFM

Meskipun DF tidak dapat dicerna oleh enzim endogen di dalam saluran usus manusia, keberadaan DF dalam makanan menjadi suatu hal yang penting untuk kesehatan. TFM alami dalam penelitian ini memiliki kadar DF sebesar 24,35%, lebih tinggi dari yang dilaporkan oleh Sharma & Gujral (2019) sebesar 15,20%. Proses fermentasi

menyebabkan kandungan DF TFM meningkat secara signifikan sebesar 4,64%. Ada kecenderungan yang positif antara waktu fermentasi dengan kadar DF TFM. Namun, laju peningkatan kadar DF TFM mulai melandai setelah difermentasi EKT selama 36 jam. Kadar DF TFM hasil fermentasi EKT 48 jam hanya meningkat 0,19% dibanding kadar DF TFM hasil fermentasi EKT 36 jam dan secara statistik tidak berbeda nyata.

Kadar IDF TFM berkisar antara 18,52 – 20,29%, sedangkan kadar SDF TFM berkisar antara 4,06 – 6,96%. Proses fermentasi menyebabkan kadar IDF TFM turun sebesar 8,72%, sedangkan kadar SDF TFM meningkat sebesar 71,43%. Selama proses fermentasi berlangsung, terjadi proses pelarutan parsial serta depolimerisasi hemiselulosa dan zat pektik tidak larut (Marconi, Ruggeri, Cappelloni, Leonardi, & Carnovale, 2000), yang menyebabkan kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin pada millet menurun secara signifikan (Chu, Zhao, Lu, Lu, Bie & Zhang, 2019). Selulosa, hemiselulosa dan lignin merupakan komponen DF golongan IDF, hal inilah yang mendasari peningkatan SDF setelah difermentasi dengan EKT.

Chu et al., (2019) melaporkan bahwa mikrostruktur tepung millet umumnya berbentuk tidak beraturan, berukuran tidak rata dengan permukaan yang padat. Proses fermentasi akan menyebabkan struktur tepung millet menjadi lebih longgar dan berpori sehingga membentuk struktur sarang lebah. Struktur DF setelah difermentasi berkontribusi terhadap sifat absorpsi DF, seperti kapasitas penyerapan air, kapasitas penyerapan minyak hingga kapasitas pengikatan kolesterol (Zheng, Li, Xu, Gao, & Niu, 2018).

Tabel 2  
Kadar serat pangan (DF), serat pangan tidak larut (IDF) dan serat pangan larut (SDF) TFM berdasarkan lama waktu fermentasi

Waktu fermentasi (Jam)	Kadar DF TFM (%)	Kadar IDF TFM (%)	Kadar SDF TFM (%)
0	24,35 ± 0,04 <sup>a</sup>	20,29 ± 0,14 <sup>d</sup>	4,06 ± 0,17 <sup>a</sup>
12	24,55 ± 0,08 <sup>a</sup>	19,12 ± 0,09 <sup>c</sup>	5,43 ± 0,09 <sup>b</sup>
23	25,02 ± 0,19 <sup>b</sup>	19,83 ± 0,06 <sup>b</sup>	6,19 ± 0,22 <sup>c</sup>
36	25,43 ± 0,21 <sup>c</sup>	18,58 ± 0,09 <sup>a</sup>	6,85 ± 0,14 <sup>d</sup>
48	25,48 ± 0,21 <sup>c</sup>	18,52 ± 0,10 <sup>a</sup>	6,96 ± 0,18 <sup>d</sup>

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.

Produk pangan dengan DF yang tinggi sangat baik untuk kesehatan. Li et al., (2020) telah meneliti pengaruh penambahan DF dari tepung millet terhadap karakteristik sensori dan efek hiperglikemiknya. Hasil penelitian tersebut menyimpulkan bahwa peningkatan penambahan DF tepung millet tidak mempengaruhi penerimaan konsumen. Selain itu, peningkatan penambahan DF dari tepung millet juga menyebabkan nilai IG

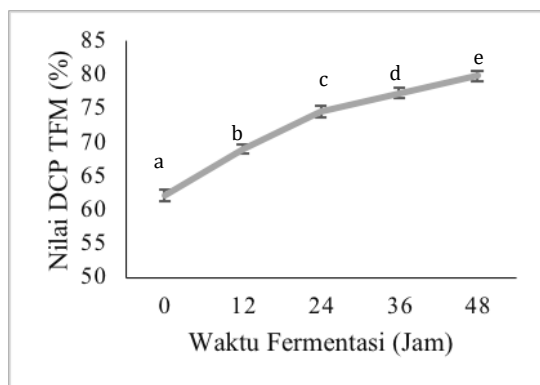
produk menurun secara signifikan. Meningkatnya kadar DF TFM setelah proses fermentasi, dicurigai juga berdampak pada peningkatan kadar *arabinoxylan* TFM. Hal ini didasari oleh pernyataan Sharma & Gujral (2019), bahwa ada korelasi positif yang kuat antara kadar DF dengan kandungan *arabinoxylans*. *Arabinoxylans* beserta 1-3/1-4  $\beta$ -D-glucan, pektin dan *arabinogalactans* merupakan komponen penting dari DF yang dapat

menurunkan kadar kolesterol dan lemak (Devi et al., 2014).

Penurunan kadar IDF yang diikuti peningkatan SDF diduga kuat ada hubungannya dengan komponen protein dan pati TFM yang digunakan oleh BAL untuk pertumbuhan (Tu, Chen, Wang, Ruang, Zhang, & Kuo, 2014). Peningkatan kadar SDF tepung millet setelah difermentasi juga dilaporkan oleh Chu et al., (2019). Zhu et al., (2018) telah mengungkapkan bahwa tepung millet memiliki berat molekul SDF sekitar  $1,62 \times 10^5$  hingga  $1,99 \times 10^5$  Da, hasil pengujian tersebut mirip dengan *Astaragalus polysaccharides* yang telah terbukti mampu mengatur gula darah. Hal ini menunjukkan bahwa, peningkatan SDF TFM hasil fermentasi diduga kuat mampu menurunkan penyerapan glukosa darah. Selain itu, SDF secara signifikan juga mampu mengurangi konsentrasi kolesterol total, LDL, dan trigliserida, sekaligus meningkatkan konsentrasi HDL tikus (Chen, Ye, Yin, & Zhang, 2014).

### 3.3. Daya cerna protein TFM

Protein nabati umumnya memiliki nilai daya cerna protein (DCP) yang rendah. Mengonsumsi produk pangan yang rendah DCP dapat menyebabkan gangguan gastrointestinal. Nilai DCP TFM alami (62,21%) meningkat sebesar 28,35% (79,85%) setelah difermentasi selama 48 jam menggunakan EKT.



Gambar 1. Daya cerna protein TFM

Proses fermentasi menyebabkan nilai DCP TFM meningkat secara signifikan. Peningkatan nilai DCP dikaitkan dengan keberadaan senyawa antinutrisi TFM seperti tannin dan asam fitat terus berkurang selama fermentasi berlangsung. Keberadaan tannin 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 tannin, senyawa polifenol, asam fitat, lipid, pati dan polisakarida non pati.

Tannin merupakan senyawa polifenol yang selain mengikat protein juga mengikat karbohidrat dan mineral sehingga penyerapan dan pencernaannya berkurang (Dykes & Rooney, 2006). Pushparaj & Urooj (2011) telah melakukan studi korelasi antara kadar DF dan nilai DCP pada tepung millet mutiara, dalam penelitian tersebut mengungkapkan bahwa ada korelasi positif antara kadar DF dengan DCP tepung millet walau tidak signifikan. Hasil tersebut terkonfirmasi dalam penelitian ini, dimana ada hubungan positif antara kadar DF dan nilai DCP TFM setelah difermentasi dengan EKT, yang menggambarkan dari trend peningkatan kadar DF dan DCP TFM.

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

Jumlah bakteri yang terdapat pada cairan EKT berkisar antara 3,67 - 8,46 log cfu/ml. Terjadi peningkatan secara signifikan pada tahap awal fermentasi. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilaporkan oleh Du, Song, Zhao, Sun, Ping & Ge (2018), peningkatan jumlah bakteri pada awal fermentasi disebabkan oleh meningkatnya Salinan gen 16S rRNA. Jumlah bakteri mulai menurun setelah fermentasi 36 jam dan 48 jam.

Tabel 3. Jumlah bakteri, nilai pH, dan total asam pada cairan EKT hasil fermentasi TFM

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

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

Hal berbeda diamati pada nilai pH dan total asam cairan fermentasi. Nilai pH secara stabil mengalami penurunan yang signifikan selama fermentasi, sedangkan total asam secara konsisten meningkat seiring bertambahnya waktu fermentasi. Han et al., (2014) menemukan bahwa cairan ekstrak dengan keasaman yang tinggi cenderung menghambat pertumbuhan bakteri, yang menyebabkan Salinan gen 16S rRNA berkurang.

Nilai pH cairan EKT berkisar antara 3,52 – 5,36, nilai pH menurun lebih cepat setelah fermentasi 24 jam. Sedangkan persentase peningkatan total asam lebih konsisten selama fermentasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa BAL dari EKT selama fermentasi menghasilkan pH yang lebih rendah dan total asam yang lebih tinggi secara konsisten. Hasil ini semakin menguatkan pernyataan Han et al., (2014) dan Du et al., (2018) yang menyatakan ada korelasi yang kuat antara penurunan nilai pH dengan peningkatan total asam cairan kubis terfermentasi. Hal ini dimungkinkan terjadinya pembentukan *L-laktat* yang lebih tinggi dari gula oleh strain *Lactobacillus*, sehingga keasaman cairan meningkat.

Kondisi asam yang meningkat selama proses fermentasi EKT menghasilkan berbagai macam enzim yang dapat menurunkan kadar IDF. Xiros, Topakas, Katapodis, & Christakopoulos (2008) telah melaporkan bahwa penurunan nilai pH larutan menghasilkan lingkungan yang cukup asam sehingga menghasilkan mikroba dengan aktivitas selulase yang tinggi yang dapat mendegradasi selulosa dan hemiselulosa serta meningkatkan polisakarida terlarut.

#### 4. Kesimpulan

Ada pengaruh peningkatan waktu fermentasi terhadap komponen serat pangan dan nilai daya cerna protein TFM. Kadar DF, SDF dan DCP TFM cenderung meningkat seiring bertambahnya waktu fermentasi yang diikuti dengan penurunan kadar IDF TFM. Proses fermentasi juga menyebabkan peningkatan total bakteri dan total asam cairan serta penurunan nilai pH cairan secara signifikan. Dengan demikian, fermentasi FM selama 36 jam merupakan waktu optimal dan sangat efektif dalam memperbaiki komponen DF dan DCP TFM.

#### Daftar Pustaka

- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (16<sup>th</sup> ed). Washington, DC: AOAC
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis* (18<sup>th</sup> ed). Gaintersburg: Association of Official Analytical Chemists International
- AOAC. 2010. *Official Methods of Analysis* (18<sup>th</sup> ed, revision 3). Gaintersburg: Association of Official Analytical Chemists International
- 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*. 38(2): 117-131
- Dykes, L., & Rooney, L.W. 2006. Sorghum and millet phenols and antioxidants. *Journal of Cereal Science*. 44(3): 236-251
- Edam, M. 2017. Aplikasi bakteri asam laktat untuk memodifikasi tepung singkong secara fermentasi. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*. 9(1), 1-8
- 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 proses 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): M1387-M1340
- 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
- Ma, M., & Mu, T. 2016. Modification of deoiled cumin dietary fiber with laccase and cellulase under high hydrostatic pressure. *Carbohydrate Polymers*. 136: 87-94
- Marconi, E., Ruggeri, S., Cappelloni, M., Leonardi, D., & Carnovale, E. 2000. Physicochemical, nutritional, and microstructural characteristics of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) and common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) following microwave cooking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48: 5986-5994
- 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
- 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, 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
- 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
- Utama, C.S., Zuprizal, Hanim, C., & Wihandoyo. 2018. Isolasi dan identifikasi bakteri asam laktat selulolitik yang berasal dari jus kubis terfermentasi. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 7(1), 1-6
- Veronese, N., Solmi, M., Caruso, M.G., Giannelli, G., Osella, A.R., Evangelou, E., ... & Tzoulaki, I. 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
- Xiros, C., Topakas, E., Katapodis, P., & Christakopoulos, P. 2008. Hydrolysis and fermentation of brewer's spent grain by *Neurospora crassa*. *Bioresource Technology*. 99(13): 5427-5435
- 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
- Zheng, Y., & Li, Y. 2018. Physicochemical and functional properties of coconut (*Cocos nucifera* L.) cake dietary fiber: Effects of cellulase hydrolysis, acid treatment and particle size distribution. *Food Chemistry*. 257: 135-142
- Zheng, Y., Li, Y., Xu, J., Gao, G., & Niu, F. 2018. Adsorption activity of coconut (*Cocos nucifera* L.) cake dietary fibers: effect of acidic treatment, cellulase hydrolysis, particle size and pH. *RSC Advances*. 8: 2844-2850
- 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 italica*) bran. *Journal of Cereal Science*. 79: 456-461

# ACCEPTANCE

Section Editor  
2022-06-13 09:02 AM

Subject: [WartaIHP] Editor Decision

DELETE

Diode Yonata:

We have reached a decision regarding your submission to Warta Industri Hasil Pertanian, "Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Serat Pangan dan Daya Cerna Protein Tepung Jewawut (*Setaria italica*) Menggunakan Ekstrak Kubis Terfermentasi".

Our decision is to: Accept Submission

Rhoito Frista Silitonga, M.Si  
Center for Agro-based Industry  
Phone 081317855985  
r.frista@gmail.com

---

Jurnal Warta Industri Hasil Pertanian  
<http://ejournal.kemenperin.go.id/ihp>



# Pengaruh Fermentasi terhadap Serat Pangan dan Daya Cerna Protein Tepung *Foxtail Millet*

## *Effect of Fermentation on Dietary Fiber and Protein Digestibility of Foxtail Millet Flour*

### Riwayat Naskah:

Diterima xx,xxx  
Direvisi xx,xxx  
Disetujui xx,xxx

**ABSTRAK:** Produk sereal termasuk *foxtail millet* (FM) umumnya mengandung serat pangan (DF) dan daya cerna protein (DCP) yang rendah. Proses fermentasi telah banyak dilaporkan mampu memperbaiki nilai DF dan DCP produk sereal, namun membutuhkan waktu yang relatif lama. Tujuan penelitian ini yaitu menentukan waktu fermentasi optimal (0, 12, 24, 36 dan 48 jam) terhadap kandungan DF dan DCP tepung *foxtail millet* (TFM) menggunakan ekstrak kubis terfermentasi (EKT). Hasil penelitian menunjukkan fermentasi TFM menggunakan EKT selama 36 jam menyebabkan peningkatan pada kadar DF total (4.43%), DF larut (25.35%), dan DCP (24.29%), serta penurunan DF tidak larut (4.11%). Fermentasi juga menyebabkan peningkatan total bakteri (3.67 – 8.04 log cfu/ml), dan total asam (0.94 – 3.56%), serta penurunan nilai pH (6.36 – 3.82) cairan. Dengan demikian, FM yang difermentasi dengan EKT selama 36 jam cukup efektif dalam memperbaiki komponen DF dan DCP TFM.

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

**ABSTRACT:** Cereal products including *foxtail millet* (FM) generally contain low dietary fiber (DF) and protein digestibility (DCP). Fermentation process has been reported to be able to improve the DF and DCP values of cereal products, but it requires a relatively long time. The research was to determine the optimal duration of the fermentation (0, 12, 24, 36 and 48 hours) on the DF and DCP content of *foxtail millet* flour (TFM) using extract cabbage fermented (EKT). The results showed that TFM fermentation using EKT for 36 hours leads to an increase in the total DF (4.43%), soluble DF (68.72%), and DCP (24.29%), and a decrease in insoluble DF (8.43%). Fermentation also leads an increase in the total bacteria (3.67 - 8.04 log cfu / ml), and total acid (0.94 - 3.56%), and a decrease in the pH value (6.36 - 3.82) of the liquid. Accordingly, FM fermentation using EKT for 36 hours was quite effective in improving the components DF and DCP of TFM.

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

## 1. Pendahuluan

Kesadaran masyarakat akan pentingnya mengonsumsi makanan yang sehat, atau pangan fungsional dewasa ini semakin meningkat. Secara bersamaan juga telah banyak penelitian yang mengkonfirmasi bahwa, komponen serat pangan (DF) dari tumbuhan memiliki berbagai manfaat kesehatan untuk tubuh (Devi, Vijayabharathi, Malleshi, & Priyadarisini, 2014).

DF 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 (Fuller, Salman, & Tapsell, 2016). Menurut kelarutannya, DF dibedakan menjadi serat pangan larut (SDF) dan serat pangan tidak larut (IDF). SDF terdiri dari polisakarida non-selulosa seperti pektin dan gom, sedangkan IDF terdiri dari komponen dinding sel seperti selulosa, lignin, dan hemiselulosa (Dai & Chau, 2017). Berbagai manfaat mengonsumsi makanan tinggi DF telah dilaporkan seperti penurunan resiko penyakit jantung koroner,

kardiosvaskular, obesitas, diabetes mellitus hingga kanker usus besar (Veronese et al., 2018). Zheng & Li (2018) melaporkan bahwa produk pangan tinggi DF memiliki tekstur, warna dan rasa yang lebih baik dibanding produk pangan rendah DF.

DF pada FM terdiri dari 47.83% hemiselulosa dan 17.30% selulosa yang merupakan komponen IDF, sedangkan komponen SDF hanya 1.75% (Zhu et al., 2018). Asupan DF pada orang dewasa berkisar antara 28-36 g/hari, diharapkan sekitar 20-30% DF yang dikonsumsi merupakan komponen SDF (Mehta, Ahlawat, Sharma, & Dabur, 2015). Diet SDF berkontribusi signifikan dalam peningkatan konsentrasi asam lemak rantai pendek (SCFA) kolon dibandingkan diet IDF (Chen, Chen, Tian, Zheng, Mao, Yu, et al., 2019). SCFA (asam propionat) diketahui mampu menurunkan sintesis kolesterol di hati, menurunkan kolesterol darah serta meningkatkan penyerapan natrium dan air ke dalam sel mukosa kolon (Soliman, 2019). Konsumsi SDF juga menunjukkan hasil yang positif dalam manajemen berat badan, peningkatan homeostatis glukosa dan insulin pada penderita overweight

maupun obesitas (Thompson, Hannon, An, & Holscher, 2017).

Berbagai perlakuan fisik, kimia dan biologi telah dikembangkan untuk meningkatkan kandungan SDF. Jelas bahwa fermentasi dengan bakteri asam laktat (BAL) merupakan metode yang sangat potensial untuk menghasilkan DF yang berkualitas baik dengan kandungan SDF yang tinggi (Zhang, Wang, Cao, & Wang, 2018).

Penggunaan strain BAL murni di tingkat petani maupun masyarakat umum akan sulit diaplikasikan. Selain dari sisi ekonomi, pemeliharaan strain alami 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 SDF (Ogodo, Ugbogu, Onyeagba, & Okere, 2019).

Enzim *amylase* 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 DF dan DCP dari berbagai jenis sereal telah banyak dilaporkan. Namun, komponen DF dan DCP tepung *foxtail millet* (TFM) varietas lokal Majene yang difermentasi dengan EKT belum ada yang mempelajarinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu fermentasi terhadap kandungan DF, IDF, SDF, dan DCP TFM menggunakan EKT, serta total bakteri, nilai pH dan total asam pada cairan ekstrak.

## 2. Bahan dan Metode

### 2.1. Bahan

Bahan yang digunakan terdiri dari biji FM dari Majene (Sulawesi Barat), kubis putih dari Sumowono (Semarang), garam krosok, molasses dan akuades. Bahan kimia yang digunakan meliputi larutan buffer fosfat, HCl, enzim pepsin, enzim *amyloglucosidase*, NaOH, etanol 96% dan aseton.

### 2.2. Alat

Alat yang digunakan terdiri dari *waterbath* dan oven (Memmert), *cabinet dryer* (Agrowindo), alat-alat gelas merek pyrex, pipet mikro (A One), *vortex*

*centrifuge* dan Uv-Vis Spektrofotometer (Amtast-AMV09).

### 2.3. Metode

#### 2.3.1. Pembuatan ekstrak kubis terfermentasi

Pembuatan EKT menggunakan metode Yonata et al., (2021). Kubis putih yang telah bersih dan dipotong hingga berukuran kecil ( $\pm 1 \text{ cm}^2$ ), ditambahkan 3% garam dan 6.7% molasses kemudian dicampur hingga rata. Kubis yang telah tercampur selanjutnya difermentasi selama 8 hari dalam wadah tertutup. Setelah itu, kubis diperas dan cairan yang diperoleh dipisahkan dari ampas, sehingga diperoleh EKT

#### 2.3.2. Pembuatan tepung *foxtail millet*

Biji FM yang telah disosoh ditimbang sebanyak 50 gram kemudian direndam dalam 150 ml EKT, wadah fermentasi ditutup menggunakan aluminium foil. Proses fermentasi dilakukan pada suhu 37 °C selama 0, 12, 24, 36 dan 48 jam. Biji FM kemudian dibersihkan dan dikeringkan dalam pengering kabinet bersuhu 60 °C selama 8 jam, setelah kering kemudian tepungkan menggunakan diskmill dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh (Yonata et al., 2021)

#### 2.3.3. Analisis komposisi proksimat

Kandungan gizi berupa kadar protein, kadar abu, kadar serat kasar, kadar air dan kadar lemak dianalisis menggunakan metode standar AOAC (2010).

#### 2.3.4. Analisis serat pangan

Pengukuran serat pangan (DF) menggunakan metode AOAC (2010) yang terdiri dari persiapan sampel, pengukuran serat pangan tidak larut (IDF) dan serat pangan larut (SDF). Nilai DF diperoleh dari penjumlahan nilai IDF dengan SDF.

Persiapan sampel dimulai dengan memasukkan 1 gram TFM (W) yang telah ditimbang secara teliti ke dalam erlenmeyer, dan ditambahkan larutan buffer. Selanjutnya ditambahkan larutan *termamyl* sebanyak 100  $\mu\text{l}$  dan dipanaskan sambil ditutup dan diikubasi selalama 15 menit pada suhu 100 °C. Sampel yang telah dingin kemudian ditambahkan akuades sebanyak 20 ml dan HCl 4 M hingga pH 1,5. Sebanyak 100 mg pepsin ditambahkan, erlenmeyer ditutup dan dipanaskan selama 60 menit sambil diaduk, dimana suhu diatur konstan 40 °C, ditambahkan kembali akuades sebanyak 20 ml dan ditambahkan NaOH 1 N hingga pH larutan mencapai 4.5. Sampel selanjutnya ditambahkan enzim

*amyloglucosidase*, kemudian diinkubasi dalam keadaan erlenmeyer tertutup selama 60 menit dengan suhu 40 °C, sambil sesekali di aduk dan ditambahkan larutan NaOH 1 N hingga pH mencapai 6.8. Sampel selanjutnya disaring menggunakan kertas saring *whatman*, endapan yang terbentuk dibilas sebanyak 2 kali dengan 10 ml akuades.

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

Nilai SDF 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, dan dicuci dengan 10 ml etanol 96% dan 10 ml aseton masing-masing dua kali. Residu yang terbentuk kemudian dikeringkan selama 6 jam pada suhu 105 °C, sampel kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang (B1). Sampel yang telah ditimbang selanjutnya diabukan selama 6 jam dengan tanur yang bersuhu 550 °C, didinginkan dalam desikator dan selanjutnya ditimbang (B2). Analisis menggunakan blanko dengan persiapan dan langkah yang sama namun tanpa adanya sampel, hingga diperoleh berat blanko (C).

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

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

$$DF \% = IDF + SDF \dots\dots\dots (3)$$

### 2.3.5. Analisis daya cerna protein

Daya cerna protein (DCP) ditentukan dengan metode yang dijelaskan oleh Li, Lv, Wang, Zhu, Shen (2020). Sebanyak 100 mg TFM diinkubasi dengan 7.5 ml HCl (0,2 mol/L) pada suhu 37 °C selama 5 menit, 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 1 N. Sebanyak 3,75 ml buffer fosfat pH 8.0 dan 1 mg tripsin (1:250) ditambahkan, kemudian diinkubasi selama 120 menit pada suhu 37 °C dan diakhir reaksi ditambahkan 10 ml asam trikloroasetat 20% (b/v). Larutan sampel kemudian diencerkan menggunakan akuades hingga volume tepat 100 ml.

Total protein menggunakan metode Kjeldahl (AOAC, 2010). Daya cerna protein dinyatakan sebagai persentase dari total protein yang dihidrolisis oleh enzim.

### 2.3.6. Analisis total bakteri, total asam dan pH

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

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Komposisi proksimat TFM

TFM varietas lokal Majene memiliki kandungan protein sekitar 10.42%, sedikit lebih rendah dari yang dilaporkan oleh Sharma & Gujral (2019) yang mencapai 12.20%, namun lebih tinggi dari protein tepung terigu (10.09%) pada penelitian yang sama. Selain itu, TFM alami memiliki kandungan proksimat berupa kadar abu sebesar 1.39%, kadar serat kasar 4.36%, kadar air 8.31% serta kadar lemak mencapai 2.97%.

Tabel 1  
Kandungan proksimat TFM

Parameter	Kadar (%)
Kadar protein	10.42 ± 0.42
Kadar abu	1.39 ± 0.28
Kadar serat kasar	4.36 ± 0.51
Kadar air	8.31 ± 0.84
Kadar lemak	2.97 ± 0.77

Keterangan: nilai merupakan standar deviasi dari 3 ulangan

### 3.2. Serat pangan TFM

Meskipun DF tidak dapat dicerna oleh enzim endogen di dalam saluran usus manusia, keberadaan DF dalam makanan menjadi suatu hal yang penting untuk kesehatan. TFM alami dalam penelitian ini memiliki kadar DF sebesar 24.35%, lebih tinggi dari yang dilaporkan oleh Sharma & Gujral (2019) sebesar 15.20%. Proses fermentasi menyebabkan kandungan DF TFM meningkat secara signifikan sebesar 4.64%. Ada kecenderungan yang positif antara waktu fermentasi dengan kadar DF TFM. Namun, laju peningkatan kadar DF TFM mulai melandai setelah difermentasi EKT selama 36 jam. Kadar DF TFM hasil fermentasi EKT 48 jam hanya meningkat 0.19% dibanding kadar DF TFM hasil fermentasi EKT 36 jam dan secara statistik tidak berbeda nyata.

Kadar IDF TFM berkisar antara 18.52 – 20.29%, sedangkan kadar SDF TFM berkisar antara 4.06 – 6.96%. Proses fermentasi menyebabkan kadar IDF TFM turun sebesar 8.72%, sedangkan kadar SDF TFM meningkat sebesar 71.43%. Selama proses

fermentasi berlangsung, terjadi proses pelarutan parsial serta depolimerisasi hemiselulosa dan zat pektik tidak larut (Adedeye, Olaleye, Aremu, Atere, & Idowu, 2020), yang menyebabkan kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin pada millet menurun secara signifikan (Chu, Zhao, Lu, Lu, Bie & Zhang, 2019). Selulosa, hemiselulosa dan lignin merupakan komponen DF golongan IDF, hal inilah yang mendasari peningkatan SDF setelah difermentasi dengan EKT.

Chu et al., (2019) melaporkan bahwa mikrostruktur tepung millet umumnya berbentuk tidak beraturan, berukuran tidak rata dengan permukaan yang padat. Proses fermentasi akan menyebabkan struktur tepung millet menjadi lebih longgar dan berpori sehingga membentuk struktur sarang lebah. Struktur DF setelah difermentasi berkontribusi terhadap sifat absorpsi DF, seperti kapasitas penyerapan air, kapasitas penyerapan minyak hingga kapasitas pengikatan kolesterol (Zheng, Li, Xu, Gao, & Niu, 2018).

Tabel 2

Kadar serat pangan (DF), serat pangan tidak larut (IDF) dan serat pangan larut (SDF) TFM berdasarkan lama waktu fermentasi

Waktu fermentasi (Jam)	Kadar DF TFM (%)	Kadar IDF TFM (%)	Kadar SDF TFM (%)
0	24.35 ± 0.04 <sup>a</sup>	20.29 ± 0.14 <sup>d</sup>	4.06 ± 0.17 <sup>a</sup>
12	24.55 ± 0.08 <sup>a</sup>	19.12 ± 0.09 <sup>c</sup>	5.43 ± 0.09 <sup>b</sup>
23	25.02 ± 0.19 <sup>b</sup>	19.83 ± 0.06 <sup>b</sup>	6.19 ± 0.22 <sup>c</sup>
36	25.43 ± 0.21 <sup>c</sup>	18.58 ± 0.09 <sup>a</sup>	6.85 ± 0.14 <sup>d</sup>
48	25.48 ± 0.21 <sup>c</sup>	18.52 ± 0.10 <sup>a</sup>	6.96 ± 0.18 <sup>d</sup>

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.

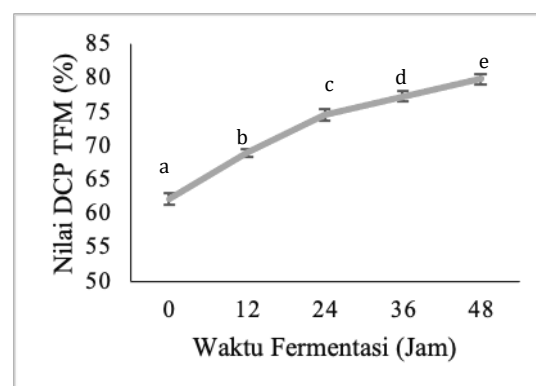
Produk pangan dengan DF yang tinggi sangat baik untuk kesehatan. Li et al., (2020) telah meneliti pengaruh penambahan DF dari tepung millet terhadap karakteristik sensori dan efek hiperglikemiknya. Hasil penelitian tersebut menyimpulkan bahwa peningkatan penambahan DF tepung millet tidak mempengaruhi penerimaan konsumen. Selain itu, peningkatan penambahan DF dari tepung millet juga menyebabkan nilai IG produk menurun secara signifikan. Meningkatnya kadar DF TFM setelah proses fermentasi, dicurigai juga berdampak pada peningkatan kadar arabinoxylanin TFM. Hal ini didasari oleh pernyataan Sharma & Gujral (2019), bahwa ada korelasi positif yang kuat antara kadar DF dengan kandungan arabinoxylans. Arabinoxylans beserta 1-3/1-4 β-D-glucan, pektin dan arabinogalactans merupakan komponen penting dari DF yang dapat menurunkan kadar kolesterol dan lemak (Devi et al., 2014).

Penurunan kadar IDF yang diikuti peningkatan SDF diduga kuat ada hubungannya dengan komponen protein dan pati TFM yang digunakan oleh BAL untuk pertumbuhan (Tu, Chen, Wang, Ruang, Zhang, & Kuo, 2014). Peningkatan kadar SDF tepung millet setelah difermentasi juga dilaporkan oleh Chu et al., (2019). Zhu et al., (2018) telah mengungkapkan bahwa tepung millet memiliki berat molekul SDF sekitar 1.62 x 10<sup>5</sup> hingga 1.99 x 10<sup>5</sup> Da, hasil pengujian tersebut mirip dengan *Astaragalus polysaccharides* yang telah terbukti mampu mengatur gula darah. Hal ini menunjukkan bahwa, peningkatan SDF TFM hasil fermentasi diduga kuat mampu menurunkan penyerapan

glukosa darah. Selain itu, SDF secara signifikan juga mampu mengurangi konsentrasi kolesterol total, LDL, dan trigliserida, sekaligus meningkatkan konsentrasi HDL tikus (Chen, Ye, Yin, & Zhang, 2014).

### 3.3. Daya cerna protein TFM

Protein nabati umumnya memiliki nilai daya cerna protein (DCP) yang rendah. Mengonsumsi produk pangan yang rendah DCP dapat menyebabkan gangguan gastrointestinal. Nilai DCP TFM alami (62.21%) meningkat sebesar 28.35% (79.85%) setelah difermentasi selama 48 jam menggunakan EKT.



Gambar 1. Daya cerna protein TFM

Proses fermentasi menyebabkan nilai DCP TFM meningkat secara signifikan. Peningkatan nilai DCP

dikaitkan dengan keberadaan senyawa antinutrisi TFM seperti **tannin** dan asam fitat terus berkurang selama fermentasi berlangsung. Keberadaan **tannin** 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 **tannin, senyawa polifenol**, asam fitat, lipid, pati dan polisakarida non pati.

**Tannin** merupakan senyawa polifenol yang banyak terkandung pada **millet** (Sharma & Niranjana, 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 studi korelasi antara kadar **DF** dan nilai DCP pada tepung millet mutiara, dalam penelitian tersebut

mengungkapkan bahwa ada **korelasi positif** antara kadar **DF** dengan DCP tepung **millet** walau tidak signifikan. Hasil tersebut terkonfirmasi dalam penelitian ini, dimana ada **hubungan positif** antara kadar **DF** dan nilai DCP TFM setelah difermentasi dengan EKT, yang menggambarkan dari **trend** peningkatan kadar **DF** dan DCP TFM.

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

Jumlah bakteri yang terdapat pada cairan EKT berkisar antara 3.67 – 8.46 log cfu/ml. **Terjadi peningkatan secara signifikan pada tahap awal fermentasi.** Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilaporkan oleh Du, Song, Zhao, Sun, Ping & Ge (2018), **peningkatan jumlah bakteri pada awal fermentasi disebabkan oleh meningkatnya Salinan gen 16S rRNA. Jumlah bakteri mulai menurun setelah fermentasi 36 jam dan 48 jam.**

Tabel 3

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

Waktu Fermentasi (Jam)	Jumlah Bakteri (log cfu/ml)	Nilai pH	Total Asam (%)
0	3.67 ± 0.15 <sup>a</sup>	5.36 ± 0.09 <sup>d</sup>	0.94 ± 0.09 <sup>a</sup>
12	8.12 ± 0.08 <sup>bc</sup>	5.17 ± 0.09 <sup>d</sup>	1.74 ± 0.08 <sup>b</sup>
24	8.46 ± 0.06 <sup>d</sup>	4.51 ± 0.10 <sup>c</sup>	2.39 ± 0.03 <sup>c</sup>
36	8.20 ± 0.12 <sup>c</sup>	3.96 ± 0.17 <sup>b</sup>	3.53 ± 0.10 <sup>d</sup>
48	8.04 ± 0.10 <sup>b</sup>	3.52 ± 0.07 <sup>a</sup>	3.96 ± 0.06 <sup>e</sup>

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.

Hal berbeda diamati pada nilai pH dan total asam cairan fermentasi. **Nilai pH secara stabil mengalami penurunan yang signifikan selama fermentasi, sedangkan total asam secara konsisten meningkat seiring bertambahnya waktu fermentasi.** Han et al., (2014) menemukan bahwa cairan ekstrak dengan keasaman yang tinggi cenderung menghambat pertumbuhan bakteri, **yang menyebabkan Salinan gen 16S rRNA berkurang.**

Nilai pH cairan EKT berkisar antara 3.52 – 5.36, nilai pH menurun lebih cepat setelah fermentasi 24 jam. Sedangkan persentase peningkatan total asam lebih konsisten selama fermentasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa BAL dari EKT selama fermentasi menghasilkan pH yang lebih rendah dan total asam yang lebih tinggi secara konsisten. Hasil ini semakin menguatkan pernyataan Han et al., (2014) dan Du et al., (2018) yang menyatakan ada korelasi yang kuat antara penurunan nilai pH dengan peningkatan total asam cairan kubis terfermentasi. Hal ini dimungkinkan terjadinya pembentukan *L-laktat* yang lebih tinggi dari gula oleh *strain Lactobacillus*, sehingga keasaman cairan meningkat.

Kondisi asam yang meningkat selama proses fermentasi EKT menghasilkan berbagai macam enzim yang dapat menurunkan kadar **IDF**. Xiros, Topakas, Katapodis, & Christakopoulos (2008) telah melaporkan bahwa penurunan nilai pH larutan menghasilkan lingkungan yang cukup asam sehingga menghasilkan mikroba dengan aktivitas selulase yang tinggi yang dapat mendegradasi selulosa dan hemiselulosa serta meningkatkan polisakarida terlarut.

## 4. Kesimpulan

Ada pengaruh peningkatan waktu fermentasi terhadap komponen **serat pangan dan nilai daya cerna protein** TFM. Kadar **DF, SDF** dan DCP TFM cenderung meningkat seiring bertambahnya waktu fermentasi yang diikuti dengan penurunan kadar **IDF** TFM. **Proses fermentasi juga menyebabkan peningkatan total bakteri dan total asam cairan serta penurunan nilai pH cairan secara signifikan. Dengan demikian, fermentasi FM selama 36 jam merupakan waktu optimal dan sangat efektif dalam memperbaiki komponen DF dan DCP TFM.**

## 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* (18<sup>th</sup> 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*, 38 (2), 117-131.
- 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.
- 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., & Niranjana, 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.
- 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.
- Zheng, Y., & Li, Y. 2018. Physicochemical and functional properties of coconut (*Cocos nucifera* L) cake dietary fiber: Effects of cellulase hydrolysis, acid treatment and particle size distribution. *Food Chemistry*, 257, 135-142.
- Zheng, Y., Li, Y., Xu, J., Gao, G., & Niu, F. (2018). Adsorption activity of coconut (*Cocos nucifera* L.) cake dietary fibers: effect of acidic treatment, cellulase hydrolysis, particle size and pH. *RSC Advances*, 8, 2844-2850
- 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 italica*) bran. *Journal of Cereal Science*, 79, 456-461.