



Artikel

Pengaruh Modifikasi Tepung Okara melalui Fermentasi: Perbandingan Metode fermentasi dan Lama Inkubasi terhadap Sifat Fisikokimia

Fermentation Methods and Incubation Time: Their Effects on the Physicochemical Properties of Modified Okara Flour

Rasmiyana^{1*}, Ade Galuh Rakhmadevi², Frengky Hermawan Hadi Prasetyo², Putu Tessa Fadhila², Putri Satika Dewi³

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Pangan, Politeknik Negeri Jember, Jember, Indonesia

²Program Studi Teknologi Industri Pangan, Politeknik Negeri Jember, Jember, Indonesia

³Program Studi Keteknikan Pertanian, Politeknik Negeri Jember, Jember, Indonesia

Informasi Artikel

Genesis Artikel:

Diterima:

04-11-2025

Disetujui:

17-12-2025

Keywords:

Fermentation;

Functional Properties;

Okara;

Physical Properties;

ABSTRACT

Okara, a by-product of soy milk and tofu production, is rich in fiber but is underutilized. One way to use okara is to convert it into flour for use as an ingredient in cookie production. This research aims to evaluate the effects of fermentation type and duration on the physical and functional properties of okara flour. The research used a Completely Randomized Design (CRD) with two factors: fermentation type (spontaneous, commercial yeast A, commercial yeast B) and fermentation duration (48 and 72 hours). The fermented okara was dried and analyzed for moisture, ash, solubility, and swelling power. The results showed that the type and duration of fermentation had a significant effect ($p < 0.05$) on moisture content, ash content, and solubility, but did not affect swelling power ($p > 0.05$). Fermentation with commercial yeast A for 48 hours (F2W1) yielded the highest solubility (39.87%), while spontaneous fermentation for 48 hours (F1W1) resulted in the lowest moisture content (0.91%). All treatments produced a moisture content that meets the Indonesian National Standard (SNI) for wheat flour. It can be concluded that fermentation with yeast A and a 48-hour incubation period yields the best profile, as it shows the highest solubility. Consequently, it has the potential to be developed as a raw material for cookie production.

ABSTRAK

Kata Kunci:

Fermentasi;

Okara;

Sifat Fisik;

Sifat Fungsional;

Okara adalah limbah padat dari produksi susu kedelai dan tahu yang kaya serat namun pemanfaatannya belum optimal. Salah satu Pemanfaatan okara adalah dengan menjadikan tepung sebagai bahan baku pembuatan *cookies*. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh jenis dan lama fermentasi terhadap sifat fisik dan fungsional tepung okara. Metode rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor yaitu jenis fermentasi (spontan, ragi komersial A, ragi komersial B) dan lama fermentasi (48 dan 72 jam). Okara hasil fermentasi dikeringkan dan dianalisis kadar air, kadar abu, kelarutan, dan *swelling power*. Hasil menunjukkan bahwa jenis dan lama fermentasi berpengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap kadar air, kadar abu, dan kelarutan, tetapi tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap *swelling power*. Fermentasi dengan ragi komersial A selama 48 jam (F2W1) menghasilkan kelarutan tertinggi (39,87%), sedangkan fermentasi spontan 48 jam (F1W1) menghasilkan kadar air terendah (0,91%). Semua perlakuan menghasilkan kadar air yang memenuhi standar SNI tepung terigu. Disimpulkan bahwa fermentasi dengan ragi A dan waktu fermentasi 48 jam memberikan profil terbaik karena memiliki kelarutan yang tinggi. Sehingga, memiliki potensi dikembangkan sebagai bahan baku pembuatan *cookies*.



*Penulis Korespondensi :

Email: rasmiyana@polije.ac.id

doi: 10.30812/jtmp.v4i2.5883

Hak Cipta ©2026 Penulis, Dipublikasikan oleh Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi CC BY-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

Cara Sitasi: Rasmiyana, R., Rakhmadevi, A.G., Prasetyo, H., Fadhila, P.T., Dewi, P.S. (2026). Pengaruh Modifikasi Tepung Okara melalui Fermentasi: Perbandingan Metode fermentasi dan Lama Inkubasi terhadap Sifat Fisikokimia.

Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan, 4(2), 119-125. <https://doi.org/10.30812/jtmp.v4i2.5883>

1. PENDAHULUAN

Okara adalah ampas padat dari kacang kedelai yang tersisa setelah proses penyaringan dalam pembuatan sari kedelai dan tahu. Okara dianggap masih mengandung kandungan nutrisi seperti sumber serat yang tinggi. Okara mengandung 58,60% total serat makanan (TDF), 55,63% serat makanan tidak larut (IDF) dan 1,91% serat makanan larut (SDF) (Ginting et al., 2024). Pemanfaatan Okara masih terbatas, sebagian besar berakhir sebagai pakan ternak begitu saja. Bahkan biasanya hanya dibuang begitu saja yang berpotensi mencemari lingkungan. Oleh karena itu diperlukan pengolahan guna meningkatkan nilai guna okara melalui proses biokonversi.

Salah satu pemanfaatan okara adalah dengan menjadikan tepung sebagai bahan baku pembuatan *cookies* (Fadhila et al., 2024). Tepung okara masih perlu adanya peningkatan rasa, tekstur, dan menghilangkan beberapa kandungan antinutrisinya (Mardiyanto et al., 2024). Pendekatan yang dapat dilakukan adalah dengan metode fermentasi. Metode fermentasi telah banyak dikenal sejak dahulu, metode ini banyak dipakai juga karena bisa memperpanjang umur simpan dan menghasilkan produk yang berbeda dari bahan asalnya (Suknia & Rahmani, 2020). Fermentasi melibatkan mikroorganisme seperti *Lactobacillus plantarum*, *Rhizopus oligosporus*, atau *Aspergillus oryzae* dan mikroba lainnya. Fermentasi ini mampu meningkatkan bioavailabilitas senyawa aktif, memperbaiki profil asam amino, menurunkan kadar antinutrisi, serta meningkatkan aktivitas antioksidan dan kemampuan menahan air atau minyak dari tepung okara (Prasetyo & Rasmiyana, 2025). Kelebihan metode fermentasi lainnya adalah mampu membentuk postbiotik yang sangat bermanfaat bagi kesehatan pencernaan (Prasetyo et al., 2025). Saat proses fermentasi berlangsung akan ada pemecahan substrat yang menghasilkan alkohol, karbondioksida, ataupun asam organik (Azara & Saidi, 2021).

Salah satu contoh penggunaan metode fermentasi dengan penggunaan substrat kedelai adalah tempe. Mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi tersebut adalah *Rhizopus oligosporus* (?). Ada tiga faktor yang mempengaruhi proses fermentasi berlangsung diantaranya bahan dasar yang digunakan, mikroorganisme, dan faktor lingkungan seperti pH, kelembaban, dan suhu (Suknia & Rahmani, 2020). Mikroorganisme yang digunakan untuk fermentasi dapat berupa kultur tunggal atau murni maupun kultur campuran. Kultur campuran merupakan kombinasi antara bakteri, kapang ataupun khamir (?). Selain itu waktu atau lama fermentasi juga dapat mempengaruhi produk yang dihasilkan. Perlakuan 72 jam pertama terjadi peningkatan jumlah mikroorganisme sehingga aktivitasnya mampu mengubah karakteristik substrat seperti terbentuknya gula sederhana dan meningkatnya total asam produk (Prasetyo et al., 2025). Sementara itu, penelitian komprehensif terkait analisis dampak sinergis dari jenis inokulum dan lama fermentasi terhadap sifat fisik dan kimia tepung okara yang kritis seperti kelarutan dan *swelling power* untuk aplikasi atau pemanfaatannya lebih lanjut untuk bahan baku pembuatan *cookies* masih sangat terbatas.

Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh jenis dan waktu fermentasi terhadap karakteristik fisik dan kimia tepung okara, yang meliputi kadar air, kadar abu, kelarutan, dan *swelling power*, sebagai indikator kualitas tepung okara sebagai bahan baku. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah dalam pengembangan produk *cookies* fungsional berbahan dasar okara fermentasi, sekaligus memberikan kontribusi terhadap pengurangan limbah agroindustri kedelai melalui pendekatan berkelanjutan dan bernilai tambah tinggi.

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Alat dan Bahan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai agustus 2025 di Lab pengolahan dan Analisis pangan Jurusan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Jember. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah okara segar, yaitu limbah padat dari proses produksi susu kedelai yang diperoleh dari industri lokal. Mikroorganisme fermentasi yang digunakan adalah 2 jenis merk ragi tempe yaitu Ragi komersil A (*Raprima*) dan Ragi komersil B (*Jago*). Bahan kimia yang digunakan dalam pengujian antara lain aquades, dan bahan pereaksi untuk analisis kadar abu dan kadar air.

Alat-alat yang digunakan meliputi timbangan digital (*satorius*), blender (*Philips*), ayakan mesh 60 (*Endecotts*), loyang fermentasi, inkubator (*Jeio Tech*), oven pengering (*Labcom*), sentrifuge (*Bench-top*), water bath (*Memmert*), gelas ukur (*pyrex*), cawan porselen, tabung reaksi (*pyrex*), serta alat-alat gelas laboratorium standar lainnya.

2.2. Metode

Okara segar di kukus selama \pm 20-30 menit untuk sterilisasi awal dan didinginkan hingga mencapai suhu ruang. Setelah proses sterilisasi, okara disiapkan untuk tahap fermentasi dengan memastikan kadar air tetap cukup tinggi agar mendukung pertumbuhan mikroorganisme. Fermentasi dilakukan menggunakan metode fermentasi padat (*solid-state fermentation*). Fermentasi padat adalah fermentasi dengan menggunakan substrat padat dan sebagian besar menggunakan jamur berfilamen seperti *Rhizopus oligosporus* (Christo & Sutedja, 2024). Okara yang telah disterilisasi kemudian langsung diinkubasi pada suhu ruang (fermentasi spontan), 2 perlakuan lainnya diinokulasi

dengan 2 macam ragi tempe komersil A dan B sebanyak 5% dari total berat basah (sesuai petunjuk pakai dari Ragi komersil yang digunakan). Inokulasi dilakukan secara merata. Proses fermentasi berlangsung dengan variasi waktu 48 dan 72 jam.

2.3. Proses Penepungan

Okara hasil fermentasi dikeringkan menggunakan oven suhu rendah (50–60°C) selama 24 jam atau hingga kadar air cukup rendah (<10%). Setelah pengeringan, okara digiling menggunakan blender kering hingga menjadi bubuk halus. Bubuk okara kemudian diayak menggunakan ayakan berukuran mesh 60 untuk memperoleh tepung okara fermentasi yang seragam. Tepung ini kemudian disimpan dalam wadah kedap udara hingga digunakan untuk analisis lebih lanjut.

2.4. Uji Kadar Air

Okara hasil fermentasi dikeringkan menggunakan oven suhu rendah (50–60°C) selama 24 jam atau hingga kadar air cukup rendah (<10%). Sebanyak 1gram sampel tepung okara dimasukkan ke dalam cawan porselen lalu dioven dengan suhu 90-100°C hingga bobotnya konstan (kurang lebih selama 5 jam). Selisih bobot sebelum dan sesudah pengeringan digunakan untuk menghitung persentase kadar air berdasarkan Persamaan 1 dengan W1 adalah bobot cawan kosong (gram), W2 adalah bobot cawan dan sampel (gram), dan W3 adalah Bobot cawan dan sampel setelah pengeringan (Ginting et al., 2024).

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{(W2 - W3)}{(W2 - W1)} \times 100\% \quad (1)$$

2.5. Uji Kadar Abu

Okara hasil fermentasi dikeringkan menggunakan oven suhu rendah (50–60°C) selama 24 jam atau hingga kadar air cukup rendah (<10%). Sampel tepung yang sudah dikeringkan pada penetapan kadar air dimasukkan ke dalam tanur atau furnace yang bersuhu 525°C (ketentuan > 450°C). Proses pengabuan dilakukan hingga diperoleh abu berwarna putih. Setelah didinginkan sisa pembakaran ditimbang sebagai kandungan abu, yang mencerminkan kadar mineral total lalu dapat dihitung berdasarkan Persamaan 2 dengan keterangan W1 yaitu Bobot cawan kosong (gram) dan W4 adalah Bobot cawan dan sampel hasil pengabuan (gram) (Ginting et al., 2024).

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{(W4)}{(W1)} \times 100\% \quad (2)$$

2.6. Uji Kelarutan dan Swelling Power

Uji kelarutan dan *swelling power* dilakukan berdasarkan Ariyantoro et al. (2016). Okara hasil fermentasi Sebanyak 0.5gram sampel tepung okara dilarutkan dengan 15 ml air dan dimasukan kedalam tabung 25 ml. Selanjutnya tabung dipanaskan pada suhu 85-90°C selama 30 menit sambil diaduk. Langkah selanjutnya adalah disentrifius pada kecepatan 2250 rpm selama 20 menit. Filtrat dan endapannya dipisah. Filtrat diuapkan pada suhu 100°C selama 8 jam dan ditimbang. Perbandingan berat supernatan kering dengan berat sampel pati kering adalah solubilitas (%). Endapan ditimbang dan selanjutnya *swelling power* diukur berdasarkan rasio perbandingan berat endapan terhadap berat sampel keringnya (gram/gram). Cara menghitung kelarutan dan *swelling power* dilakukan menggunakan rumus seperti pada Persamaan 3 dan 4.

$$\text{Kelarutan (\%)} = \frac{\text{Berat Supermatan Kering (gram)}}{\text{Pati Kering (gram)}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{Swelling power} = \frac{\text{Berat endapan (gram)}}{\text{Pati Kering (gram)}} \times 100\% \quad (4)$$

2.7. Analisis data

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor. Faktor yang pertama adalah jenis fermentasi, F1 = fermentasi spontan, F2 = fermentasi Ragi A, F3= fermentasi ragi B. Faktor kedua lama fermentasi terdiri dari 2 taraf, yaitu : W1 = 48 jam, W2 = 72 jam. Total perlakuan yang diujikan adalah 6 dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 18

unit percobaan. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam (*Analysis of Variance* atau ANOVA) dan apabila terdapat pengaruh nyata antar taraf perlakuan maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kadar Air

Uji kadar air pada beberapa sampel tepung dengan fermentasi dapat dilihat pada Tabel 1. Sampel F2W1 memiliki kadar air tertinggi sedangkan F1W1 memiliki kadar air yang paling rendah. Hasil uji anova menunjukkan nilai signifikansi <0.05 yang menyatakan bahwa pengaruh jenis dan waktu fermentasi berbeda nyata terhadap kadar air dari tepung okara. Perbedaan perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1 dengan keterangan abc adalah notasi huruf serupa pada baris yang sama berarti tidak ada perbedaan nyata Uji Duncan memiliki nilai 5%, sedangkan F1W1 adalah fermentasi spontan 48 jam, F1W2 adalah fermentasi spontan 72 Jam, F2W1 adalah fermentasi ragi komersil A 48 Jam, F2W2 adalah fermentasi ragi komersil A 72 jam, F3W1 adalah fermentasi ragi komersil B 48 jam, dan F3W2 adalah fermentasi ragi komersil B 72 Jam.

Kadar air pada fermentasi spontan cenderung mengalami peningkatan seiring bertambahnya waktu fermentasi. Sebaliknya fermentasi dengan penambahan ragi menunjukkan kadar air yang berkurang saat bertambahnya proses fermentasi. Jenis fermentasi spontan berlangsung tanpa penambahan starter atau inokulum dari luar. Fermentasi jenis ini melibatkan mikroba yang berasal dari bahan baku produk dan mikroflora pada saat fermentasi berlangsung yang aktivitasnya belum diketahui dapat berupa dominasi bakteri asam laktat (Agustin et al., 2023). Sedangkan fermentasi dengan ragi komersil yang mengandung kultur murni seperti kapang *Rhizopus sp.* dengan aktivitas enzim yang telah spesifik seperti enzim amilase, protease selulase dll. Saat proses fermentasi berlangsung terjadi perombakan glukosa menjadi karbondioksida (CO_2) dan air (H_2O) sehingga akan menurunkan kadar air bahan (Ratu et al., 2024). Penurunan kadar air dikarenakan adanya perubahan air terikat menjadi air bebas selama proses fermentasi berlangsung, sehingga air yang terkandung dalam bahan mudah menguap menyebabkan kadar air semakin berkurang sejalan dengan penelitian Ratu et al. (2024). Karena pada saat fermentasi spontan berupa campuran beberapa jenis mikroba maka dari itu belum dapat dipastikan fermentasi berlangsung optimal. Kadar air tepung terigu yang direkomendasikan adalah $<14,5\%$ sesuai dengan SNI 01-3751-2009 (Prasetyo & Rasmiyana, 2025). Semua perlakuan menunjukkan kadar air telah sesuai menurut SNI tepung.

Tabel 1. Karakteristik Fisik dan Fungsional Tepung Okara Fermentasi

Parameter	Perlakuan					
	F1W1	F1W2	F2W1	F2W2	F3W1	F3W2
Kadar Air (%)	0,91 \pm 0,56 ^a	1,60 \pm 0,18 ^b	2,53 \pm 0,55 ^c	1,48 \pm 0,11 ^{ab}	1,44 \pm 0,37 ^{ab}	1,46 \pm 0,39 ^{ab}
Kadar Abu (%)	2,74 \pm 0,15 ^{bc}	2,27 \pm 0,39 ^a	2,76 \pm 0,37 ^{bc}	2,83 \pm 0,21 ^c	2,36 \pm 0,20 ^{ab}	2,55 \pm 0,20 ^{abc}
Kelarutan (%)	22,28 \pm 1,33 ^a	20,96 \pm 2,82 ^a	39,87 \pm 4,72 ^b	22,16 \pm 5,53 ^a	38,11 \pm 0,77 ^b	19,77 \pm 4,11 ^b
Swelling Power	4,70 \pm 0,70 ^a	4,05 \pm 0,66 ^a	4,14 \pm 0,28 ^a	3,97 \pm 0,20 ^a	4,29 \pm 0,30 ^a	4,38 \pm 0,38 ^a

3.2. Kadar Abu

Kadar abu pada beberapa perlakuan jenis dan waktu fermentasi dapat dilihat pada Tabel 1. Rata-rata Kadar abu yang diperoleh berkisar antara 2,27-2,83%. Hasil uji kadar abu pada perlakuan jenis dan waktu fermentasi melebihi dari standar mutu SNI 3751:2018 (0,75%). Hasil uji anova dengan signifikansi 0,035 menunjukkan $P < 0.05$ sehingga dinyatakan berbeda nyata antara perlakuan jenis dan waktu fermentasi. Kadar abu tepung okara tanpa fermentasi diketahui sebesar 0,4% dalam kondisi basah dan pH 6,71. Kadar abu adalah sisa bahan anorganik dengan pemanasan pada suhu tinggi $>450^\circ\text{C}$ atau dengan mendestruksi komponen-komponen organik dengan asam kuat. Sisa bahan anorganik dapat berupa beberapa jenis mineral dari bahan baku. Bertambahnya waktu fermentasi dengan ragi komersil A dan B menunjukkan kadar abu yang cenderung tetap bahkan meningkat. Hal tersebut telah sesuai dengan penelitian yang menyatakan *Rhizopus sp.* yang terkandung dalam ragi perlu mineral dalam pertumbuhannya dengan jumlah yang relatif kecil. Konsumsi senyawa-anorganik oleh kapang juga relatif kecil sehingga tidak banyak berpengaruh terhadap kadar abu yang dihasilkan (Hanapi et al., 2023). Berbeda dengan fermentasi dengan ragi, kadar abu dengan fermentasi spontan cenderung mengalami penurunan sering bertambahnya waktu fermentasi. Hal ini disebabkan karena terlarutnya mineral-mineral yang mudah larut air akibat proses fermentasi. Proses Fermentasi dapat merusak dinding sel menyebabkan komponen larut air. Selama proses fermentasi

terjadi pemanfaatan unsur seperti nitrogen oleh mikroba alami pada fermentasi spontan (Desnilasari et al., 2020). Hasil tersebut diperkuat dengan pernyataan pada penelitian Ratu et al. (2024) mengenai fermentasi tepung biji asam menggunakan ragi roti dan ragi tempe yang mengatakan bahwa perbedaan jenis ragi berpengaruh terhadap kadar abu tepung yang dihasilkan dan penurunan kadar abu terjadi karena adanya pelepasan mineral pada saat perendaman ketika fermentasi berlangsung.

3.3. Kelarutan

Kelarutan pada beberapa perlakuan jenis dan waktu fermentasi dapat dilihat pada Tabel 1. Sampel F2W1 dan F3W1 memiliki kelarutan tertinggi yaitu 39,87% dan 38,10%. Bertambahnya waktu fermentasi dapat menurunkan nilai kelarutan. Berdasarkan hasil uji Anova kelarutan menunjukkan signifikansi 0,00 $P < 0.05$. Oleh karena itu dapat dinyatakan jenis dan waktu fermentasi berbedanya nyata terhadap kelarutan tepung okara. Hasil ini sejalan dengan penelitian ? yang menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi dapat menurunkan penurunan kelarutan tepung. Pada saat proses fermentasi terjadi degradasi atau hidrolisis polisakarida menjadi bentuk sederhananya berupa glukosa oleh enzim yang diproduksi oleh mikroba. Proses selanjutnya adalah perubahan glukosa hingga menghasilkan karbondioksida, asam organik, alkohol dan juga energi yang dimanfaatkan pula oleh mikroba (Sari et al., 2024). Bertambahnya waktu fermentasi cenderung menurunkan nilai kelarutan air. Hal ini dikaitkan dengan proses perubahan glukosa menjadi asam organik. Asam organik memiliki sifat kurang larut dibandingkan gula sederhana seperti glukosa. Karakteristik kurang larut dari asam organik dikarenakan karena konstanta dielektrik asam organik lebih rendah dari gula sederhana. Konstanta gula sederhana seperti sukrosa yaitu 63.88. Sedangkan konstanta dielektrik asam format adalah 58. Air sebagai pelarut memiliki konstanta dielektrik sebesar 80. Oleh karena itu kelarutan menurun karena produk yang dihasilkan berupa asam organik yang memiliki kelarutan yang rendah dari pada gula sederhana (Widyasaputra & Yuwono, 2013). Fermentasi dengan penambahan ragi menunjukkan penurunan kelarutan yang signifikan seiring bertambahnya waktu fermentasi 72 jam. Sedangkan, fermentasi spontan menunjukkan penurunan yang tidak signifikan. Hal tersebut diduga karena fermentasi metode spontan berpeluang tumbuhnya beragam mikroba seperti bakteri dan jamur sehingga degradasi pati tidak optimal. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan uji pH untuk membuktikan terbentuknya asam organik pada saat proses fermentasi.

3.4. Swelling Power

Swelling power pada beberapa perlakuan jenis dan waktu fermentasi dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan uji anova *swelling power* menunjukkan $P > 0,05$. Oleh karena itu dapat dinyatakan perlakuan jenis dan waktu fermentasi tidak berbeda nyata terhadap *swelling power* dari tepung. Sampel F1W1 memiliki nilai *swelling power* paling tinggi yaitu 4.7. *Swelling power* menunjukkan kemampuan pati berinteraksi dengan molekul air dan kemampuan pati untuk mengembang (Assalam et al., 2019). *Swelling power* sampel F1 dengan metode spontan mengalami penurunan dengan bertambahnya waktu fermentasi. *Swelling power* juga berkaitan dengan rasio amilosa dan amilopektin pada tepung. Semakin besar amilopektin, sebaliknya kadar amilosa kecil sehingga *swelling power* meningkat (Hersoelistyorini et al., 2015). Proses fermentasi dengan inokulum tertentu dapat menurunkan kadar amilopektin dan meningkatkan kadar amilosa. Semakin lama proses fermentasi semakin banyak kadar amilosa yang terbentuk dalam tepung. Jadi sampel F1 diduga terdapat mikroorganisme yang dapat menurunkan kadar amilopektin selama proses fermentasi sehingga *swelling power* menurun pada waktu fermentasi 72 jam (Sugiharto et al., 2022). Penelitian selanjutnya dapat dilakukan kadar pati lebih spesifik pada rasio amilosa dan amilopektin agar dapat diketahui lebih jelas pengaruh aktivitas mikroba pada saat fermentasi tepung okara. Selain itu, adanya proses fermentasi dengan ragi dapat mendegradasi tepung, sehingga proses pendegradasian tersebut menyebabkan adanya rongga berpori sehingga penyerapan air meningkat yang menyebabkan granula pati membengkak dan mengembang (?).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa fermentasi dapat memodifikasi sifat fisikokimia tepung okara. Kadar air tepung dipengaruhi oleh interaksi jenis dan lama fermentasi. Fermentasi spontan cenderung meningkatkan kadar air, sedangkan fermentasi dengan ragi komersial cenderung menurunkannya. Kadar abu tepung okara fermentasi lebih tinggi dari standar SNI tepung terigu, berkisar antara 2,269–2,833%. Hal ini mengindikasikan bahwa fermentasi tidak mengurangi kandungan mineral total dalam okara. Kelarutan tertinggi dihasilkan pada fermentasi 48 jam dengan ragi komersial. Peningkatan waktu fermentasi menjadi 72 jam justru menurunkan kelarutan, diduga karena konversi gula sederhana menjadi asam organik yang kurang larut. *Swelling power* relatif stabil pada semua perlakuan, menunjukkan bahwa kemampuan pati untuk menyerap air dan mengembang tidak banyak berubah oleh variasi fermentasi yang diberikan. Kombinasi optimal ditemukan pada fermentasi dengan ragi komersial (khususnya ragi A) selama 48 jam karena profil kelarutan yang tinggi dan berpotensi

dikembangkan lebih lanjut. Dengan hasil tersebut, diharapkan penelitian ini dapat menjadi acuan dalam proses modifikasi tepung okara terfermentasi. Disamping itu, beberapa saran untuk penelitian selanjutnya adalah dapat didukung analisa lanjutan seperti pH, total mikroba, dan juga kadar pati (pektin dan amilosa) agar pengaruh fermentasi terhadap sifat fisik dan fisiko-kimia tepung dapat diketahui secara lebih komprehensif.

5. DEKLARASI

Taksonomi Peran Kontributor

Semua penulis berkontribusi sama sebagai kontributor utama dari makalah ini. Semua penulis membaca dan menyetujui makalah akhir.

Pernyataan Pendanaan

Penelitian didanai oleh Dana PNPB P3M Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Jember (Polije) skema Pendanaan Dosen Pemula Tahun 2025.

Pernyataan Kepentingan Bersaing

Para penulis menyatakan bahwa mereka tidak memiliki kepentingan keuangan yang bersaing atau hubungan pribadi yang dapat mempengaruhi pekerjaan yang dilaporkan dalam makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, S., Sari, A. M., & Marwati (2023). Studi Pengaruh lama Fermentasi Spontan Terhadap Sifat Fisiko-kimia Tepung Rebung Betung (*Dendrocalamus asper* Backer). *Jambura Journal of Food Technology (JJFT)*, 5(1), 23–31. <https://doi.org/10.37905/jjft.v5i01.19378>.
- Ariyantoro, A. R., Rachmawanti, D., & Ikarini, I. (2016). Karakteristik Fisikokimia Tepung Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*) Termodifikasi Dengan Variasi Konsentrasi Asam Laktat Dan Lama Perendaman. *Jurnal Agritech*, 36(01), 1. <https://doi.org/10.22146/agritech.10675>.
- Assalam, S., Asmoro, N. W., Tari, A. I. N., & Hartati, S. (2019). Pengaruh Ketebalan Irisan Chips Singkong dan lama Fermentasi terhadap Sifat Fisikokimia Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour). *Agrisaintifika Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 3(1), 31–39. <https://doi.org/10.32585/ags.v3i1.554>.
- Azara, R. & Saidi, I. A. (2021). *Buku Ajar Mikrobiologi Pangan*. Umsida Press. <https://doi.org/10.21070/2020/978-623-6833-64-3>.
- Christo, E. G. & Sutedja, A. M. (2024). Solid-State Fermentation dengan Variasi Mikroorganisme. *Zigma*, 39(1), 38–49. <https://journal.ukwms.ac.id/index.php/zipma/article/view/5564>.
- Desnilasari, D., Kusuma, S. A., Ekafitri, R., & Kumalasari, R. (2020). Pengaruh Jenis Bakteri Asam Laktat dan lamaa Fermentasi Terhadap Tepung Pisang Tanduk (*Musa corniculata*). *Bioproposal Industri*, 11(1), 19–31. <https://doi.org/10.36974/jbi.v11i1.5355>.
- Fadhila, P. T., Rakhmadevi, A. G., & Mardiyanto, M. (2024). Nutritional Value and Fiber Content of Cookies Prepared from Okara Flour Substitution : Study on Dietary Fiber , Isoflavone , and Chemical Properties. In *6th International Conference on Food and Agriculture (ICoFA)*, volume 1338 (pp. 1–7). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1338/1/012036>.
- Ginting, E., Adi, D., Elisabeth, A., Khamidah, A., & Rinaldi, J. (2024). The Nutritional and Economic Potential of Tofu Dreg (okara) and Its Utilization for High Protein Food Products in Indonesia. *Journal of Agriculture and Food Research*, 16(May), 101175. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101175>.
- Hanapi, F., Sar, K., & Darmawan, E. (2023). Sifat Kimia , Fisik , Organoleptik Keripik Tempe Tapioka Pada Berbagai Konsentrasi *Rhizopus* sp Dan Lama Fermentasi. 5(1), 1–14. <https://doi.org/10.37631/agrotech.v1i1>.
- Hersoelistyorini, W., Dewi, S. S., & Kumoro, C. (2015). Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour) dengan Fermentasi Menggunakan Ekstrak Kubis. In *The 2nd University Research Colloquium*. <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/psn12012010/article/view/1476>.
- Mardiyanto, M., Fadhila, P. T., & Rakhmadevi, A. G. (2024). Karakteristik Mutu Sensoris Cookies Tinggi Serat dengan Substitusi Tepung Okara. *Journal Of Social Science Research Volume*, 4(2), 1591–1597. <https://doi.org/10.31004/innovative.v4i2.9615>.

- Prasetyo, A. & Rasmiyana, R. (2025). Substrates and Time Variations in Tapai Fermentation: A Narrative Review. *urnal Teknologi Pangan Dan Industri Perkebunan (LIPIDA)*, 5(1), 18–25. <https://doi.org/10.58466/lipida.v5i1.1765>.
- Prasetyo, A., Rasmiyana, R., & Prasetyo, F. H. H. (2025). Jurnal Biologi Tropis Total Phenolic of Postbiotics from *Rhizopus oligosporus* with Edamame Husk Substrate (*Glycine max* (L .) Merrill). *Jurnal Biologi Tropis Original*, 25(3), 4644–4650. <https://doi.org/10.29303/jbt.v25i3.9878mikrobiota>.
- Ratu, M., Saputri, D. S., Yanti, S., & Mikhratunnisa (2024). Pengaruh *Saccaromyces Cerevisiae* dan *Cerevisiae* dan *Rhizopus Oryzae* terhadap Sifat Fungsional Tepung Biji Asam (*Tamarindus indica* L.) Terfermentasi. *Jurnal inovasi Teknologi pangan*, 1(1), 1–15. <https://jurnal.uts.ac.id/jitp/article/view/3803>.
- Sari, W. P., Marcellina, V., & Sabrina, T. V. (2024). Pengaruh Mikroba Dalam Proses Fermentasi Pembuatan Tempe. *Jurnal Ilmiah Dan Karya Mahasiswa*, 2(3), 84–93. <https://doi.org/10.54066/jikma.v2i3.1892>.
- Sugiharto, Y., Kurniawan, V., & Krisbianto, O. (2022). Fermentasi dan Aplikasinya pada Mi Basah (Physicochemical Profile of Fermentation Modified Mbote Flour and Its Application in Noodle). *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 21(2), 156–167. <https://doi.org/10.33508/jtpg.v21i2.4238>.
- Suknia, S. L. & Rahmani, T. P. D. (2020). Proses Pembuatan Tempe Home Industry Berbahan Dasar Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) dan Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) di Candiwesi, Salatiga. *Southeast Asian Journal of Islamic Education*, 03(01), 59–76. <https://doi.org/10.21093/sajie.v3i1.2780>.
- Widyasaputra, R. & Yuwono, S. S. (2013). Pengaruh Fermentasi Alami Chips terhadap Sifat Fisik Tepung Ubi Jalar Putih (*Ipomoea batatas* L) Terfermentasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 1(1), 78–89. <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/8>.