



Physical Characteristics of Tofu Dregs Flour as a Functional Food Ingredient

Karakteristik Fisik Tepung Ampas Tahu Sebagai Ingredien Pangan Fungsional

Hanum Zalzabilah¹, Ambar Fidyasari^{2*}, J Nelson Abimanyu³

¹Program Studi Analis Farmasi dan Makanan, Politeknik Kesehatan Putra Indonesia Malang, Jl. Barito No 05, Malang, Jawa Timur, 65141, Indonesia

²Program Studi Gizi, Politeknik Kesehatan Putra Indonesia Malang, Jl. Barito No 05, Malang, Jawa Timur, 65141, Indonesia

³Department of Biotechnology, Current Institution, Kongunadu Arts and Science College, G. N. Mills, Coimbatore-641029, Tamil Nadu, India

OPEN ACCESS

ISSN 2541-5816 (online)

*Correspondence:
Ambar Fidyasari
ambar@poltekkespim.ac.id

Received: 29-06-2025

Accepted: 04-11-2025

Published: 17-11-2025

Citation: Zalzabilah H, Fidyasari A, and Abimanyu JN. (2026). Physical Characteristics of Tofu Dregs Flour as a Functional Food Ingredient. *Journal of Tropical Food and Agroindustrial Technology* 07:01

doi: [10.21070/jtfat.v7i01.1654](https://doi.org/10.21070/jtfat.v7i01.1654)

Abstract. Instant tofu dregs flour is a processed product derived from wet tofu residue, which is dried either by direct sunlight or using a mechanical dryer. Before a material can be utilized as a food ingredient, its physical properties and characteristics must first be understood to determine the appropriate direction for its potential application in food development. This study aimed to characterize the physical properties of soybean dregs flour, including color, bulk density, water and oil absorption capacity, and flour morphology. Data analysis was conducted descriptively using a quantitative approach. The colour analysis showed tofu dregs flour had 2.9, 17.6, 79.6, and 80.7 of a^* , b^* , L , chroma (C^*), and hue angle (h) values respectively. The bulk density was recorded at 1.83 g/mL, while the water absorption capacity was 8.00 g/g (dry basis), and the oil absorption capacity was 2.80 g/g (dry basis). Morphological observations indicated the presence of protein bodies and fibers, with no starch granules detected in the flour. In conclusion, soybean dregs flour exhibits physical characteristics that suggest its potential application as a functional food substitute in the future.

Keywords: *tofu dregs flour, functional food*

Abstrak. Tepung ampas tahu adalah hasil olahan produk yang berasal dari ampas tahu yang masih basah yang diolah dengan cara dikeringkan menggunakan sinar matahari secara langsung atau menggunakan mesin pengering. Suatu produk yang akan dijadikan bahan baku pangan harus diketahui terlebih dahulu sifat fisik dan karakteristiknya sehingga dapat diketahui arah pengembangan pangan yang sesuai. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi sifat fisik meliputi uji warna, uji densitas kamba, uji daya serap air dan minyak, dan uji morfologi tepung. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Hasil pengujian fisik pada tepung ampas tahu pada uji warna nilai a^* 2.9 nilai b^* 17.6, nilai L 79.6, nilai C 17.8, nilai h (hue) 80.7, nilai densitas kamba 1,83 g/mL, daya serap air 8,00 g/g (bK), daya serap minyak 2,80 g/g (bK), morfologi tepung menunjukkan adanya badan protein dan serat tidak ditemukan pati pada tepung ampas tahu. Kesimpulan pada penelitian ini tepung ampas tahu memiliki karakteristik fisik yang kedepannya dapat digunakan sebagai substansi pangan fungsional.

Kata kunci: *tepung ampas tahu, pangan fungsional*

PENDAHULUAN

Ampas tahu merupakan hasil samping limbah proses pembuatan tahu dalam bentuk padat. Hasil samping dari pabrik tahu ini memiliki jumlah berlimpah dan belum dimanfaatkan secara maksimal. Ampas tahu umumnya digunakan sebagai pakan ternak dengan nilai jual yang rendah (Wati dkk., 2024). Hanya sebagian kecil masyarakat memanfaatkan ampas tahu sebagai bahan baku tempe gembus. Aroma dari ampas tahu yang kurang sedap menyebabkan minimnya pemanfaatannya sebagai bahan baku pangan walaupun kandungan gizi ampas tahu cukup tinggi (Kurniasari & Wibisono, 2023).

Hasil analisis pasar menunjukkan adanya permintaan cukup tinggi dari tepung terigu dimana impor Gandum mencapai 9,45 juta Ton hingga September 2024. Tingginya permintaan tepung terigu dari berbagai sektor seperti industri makanan olahan, UMKM, roti, dan mi instan menjadi pendorong utama kenaikan konsumsi tepung terigu. Dengan meningkatnya konsumsi tepung terigu berbahan dasar gandum mengingat Indonesia bukan penghasil gandum serta harganya yang cukup tinggi maka perlu dicari alternatif lain salah satunya ampas tahu yang masih memiliki potensi tinggi dari nilai gizi. Hal tersebut meningkatkan kebutuhan atas bahan pangan alternatif pengganti tepung terigu dan tepung ampas tahu memiliki potensi menjadi bahan substitusi tepung terigu berdasarkan kandungan gizi dan karakteristik fisikokimianya.

Tepung ampas tahu adalah produk sampingan dari proses pembuatan tahu. Tepung ini kaya akan serat, protein, serta beberapa mineral penting seperti kalsium dan fosfor, sehingga sering dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam pakan ternak atau campuran dalam produk pangan untuk meningkatkan kandungan gizi. Kandungan nilai gizi dari ampas tahu yang cukup tinggi adalah protein dan senyawa isoflavanon. Isoflavon pada ampas tahu adalah senyawa bioaktif yang berasal dari kedelai dan tetap tertinggal dalam ampas setelah proses pembuatan tahu. Isoflavon dalam ampas tahu sebagian besar berbentuk glikosida yang terikat pada serat dan protein yang tidak menggumpal selama proses produksi tahu. Isoflavon tidak sepenuhnya larut dalam air, sebagian besar tetap berada dalam ampas tahu, menjadikannya sumber senyawa bioaktif yang bernilai tinggi, yang dapat meningkatkan ketersediaannya bagi tubuh (Sarjono, 2004). Adanya senyawa bioaktif yang potensial ini maka dapat digunakan sebagai tepung. *Ingredient* pangan fungsional adalah bahan makanan yang mengandung komponen bioaktif dapat memberikan manfaat kesehatan selain nilai gizinya, dapat meningkatkan sistem imun, menurunkan risiko penyakit kronis, dan memperbaiki fungsi fisiologis tubuh (Andriani dkk., 2025). Contohnya termasuk prebiotik, probiotik, serat pangan, dan antioksidan yang ditemukan dalam makanan seperti yogurt, tempe, dan sayuran hijau. Pangan fungsional ini berperan dalam pencegahan berbagai penyakit degeneratif, seperti diabetes, hipertensi, dan penyakit jantung.

Untuk mendapatkan makanan yang fungsional maka ampas tahu dijadikan tepung dimana tepung merupakan bahan *intermediat* dalam proses pengolahan pangan. Pengubahan ampas tahu menjadi tepung dapat meningkatkan umur simpan dan mempermudah proses distribusi dan aplikasi (Kurniasari & Wibisono, 2023). Tepung yang berasal dari berbagai bahan dapat memengaruhi sifat fungsional produk seperti kelarutan, dan penyerapan air dan minyak. Aktivitas emulsi utamanya tergantung pada difusi peptida pada antar muka minyak-air (*oil-water, o/w*) sehingga perlu diuji sifat fisik tepung tersebut (Fidyasari et al., 2024). Untuk mengatasinya agar tidak mudah rusak atau busuk, ampas tahu diperas, dijemur dengan sinar matahari sehingga menjadi kering atau menjadi tepung, salah satunya yaitu tepung ampas tahu (Septya dkk., 2025).

Pengolahan ampas tahu menjadi tepung bertujuan untuk memperpanjang masa simpan serta meningkatkan nilai ekonomisnya. Tepung ampas tahu dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan roti, kue, atau mie sebagai alternatif tepung konvensional yang lebih murah dan bernutrisi tinggi (Majid & Farida, 2022). Karakteristik merupakan sifat fisik yang mempengaruhi perilaku komponen dalam makanan selama persiapan, pengolahan, penyimpanan, dan konsumsi, sedangkan sifat kimia mencakup kandungan gizi dari produk yang dihasilkan. Maka sangat perlu dilakukan penelitian tentang karakteristik tepung ampas tahu sebagai *ingredient* pangan fungsional. Berdasarkan latar belakang di atas penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat karakteristik fisik tepung ampas tahu meliputi warna, densitas kamba, daya serap air dan minyak serta morfologi granul tepung.

METODE

BAHAN

Bahan utama berupa ampas tahu yang diperoleh dari industri pengolahan tahu di Desa Beji Kecamatan Junrejo kota Batu Jawa Timur sebagai pusat sentra tahu.

ALAT

Peralatan yang dipakai dalam penelitian ini mencakup *Color reader* (Konica Minolta), *centrifuge* (Gemmy), oven (Memmert UN30) germany, timbangan analitik (Kern), blender (Panasonic), ayakan mesh 100 (ABM). Peralatan *glass ware* (Pyrex), Mikroskop elektron (B-ONE model BM 300). Rapid Visco Analyzer (RVA) (Starchamster 4500).

DESAIN PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang dianalisis secara triplo. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan pendekatan kuantitatif, di mana setiap pengujian direplikasi sebanyak tiga kali untuk memastikan keandalan hasil. Data yang diperoleh dari penelitian disusun secara sistematis dan dianalisis menggunakan metode analisis deskriptif. Analisis univariat digunakan dalam penelitian ini dengan hasil yang disajikan dalam bentuk tabel atau grafik guna memberikan gambaran yang lebih jelas dan ringkas mengenai temuan penelitian.

TAHAPAN PENELITIAN

Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan Tepung Ampas Tahu

Tepung ampas tahu dibuat dengan menyiapkan ampas tahu segar yang diperoleh dari industri pengolahan tahu, kemudian dibersihkan melalui proses pencucian menggunakan air hingga benar-benar bersih. Ampas yang telah bersih selanjutnya diperas untuk mengurangi kadar air, lalu dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60–70 °C selama ±5–6 jam hingga mencapai kondisi kering. Bahan kering tersebut kemudian dihaluskan dengan blender dan diayak dua kali, yaitu pertama menggunakan ayakan 100 mesh dan dilanjutkan dengan ayakan 80 mesh untuk memperoleh ukuran partikel yang seragam.

Metode Analisis

Analisis Warna

Pengujian analisa warna pada tepung ampas tahu dengan *color reader*. Sampel tepung sebanyak 50 g didimasukkan ke dalam cup plastik, kemudian alat sensor *color reader* ditempelkan pada mulut cup. Langkah terakhir tombol power on ditekan pada alat color reader. Hasil pengujian yang terbaca dicatat (Devi & Badwaik, 2022).

Densitas Kamba

Pengujian densitas kamba pada tepung ampas tahu dilakukan dengan cara, memasukkan tepung kedalam gelas ukur hingga volume tertentu tanpa dipadatkan, diketuk ketuk hingga padat. kemudian berat tepung ditimbang. Pengujian densitas kamba dihitung dengan cara membagi berat tepung dengan volume ruang yang ditepati. Densitas kamba dinyatakan dalam satuan kg/m atau g/ml (Okekunle *et al.*, 2020).

Daya Serap Air dan Minyak

Disiapkan 10 ml aquades atau minyak dan 1 g tepung dicampur selama 30 detik. Sebanyak 1 g tepung (W₀) dilarutkan dalam 10 ml air suling water absorption capacity (WAC) atau minyak oil absorption capacity (OAC) yang terdapat dalam tabung sentrifus. Campuran ini diaduk selama 30 menit dengan pengaduk dan kemudian disimpan dalam penangas air pada suhu 37°C selama 30 menit. Campuran disentrifus pada kecepatan 5000 rpm selama 15 menit, dan supernatan dibuang. Berat sampel dan tabung sentrifus kemudian diukur. W₂ adalah berat tabung sentrifus, sampel, dan air yang diserap (g), W₁ adalah berat tabung sentrifus dan sampel (g), W₀ adalah berat sampel. Massa minyak atau air yang diserap dinyatakan sebagai g/g basis kering. (Okekunle *et al.*, 2020).

$$\text{Daya serap air (g/g bk)} = \frac{W_2 - W_1}{\text{Bobot sampel}} \times 100\%$$

$$\text{Daya serap Minyak (g/g bk)} = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100\%$$

Morfologi Granula Tepung

Sampel tepung sebanyak ±1 sudip diambil dan diletakkan di atas kaca preparat, kemudian ditetes dengan satu tetes air. Kaca preparat tersebut ditutup dengan kaca penutup secara hati-hati untuk menghindari terbentuknya gelembung udara. Preparat yang telah disiapkan kemudian diamati menggunakan mikroskop dengan menyalakan alat, mengatur pencahayaan dan lensa, serta mengamati pada perbesaran 100 hingga 200 kali. Mengambil sampel tepung kurang lebih 1 sudip taruh diatas kaca preparat, teteskan 1 tetes air, tutup dengan kaca penutup dengan hati-hati untuk menghindari terbentuknya gelembung, nyalakan alat mikroskop, pasang kaca preparat pada mikroskop atur cahaya dan atur lensa amati dengan perbesaran 100 sd 200x.

Amilograf Pati (*Rapid Visko Analyzer*)

Sebanyak 3 gram tepung dilarutkan pada 25 aquades dan diaduk hingga homogen dan selanjutnya sampel dimasukkan kedalam alat RVA. Suhu yang digunakan 500C, kecepatan 960 rpm, selama 10 detik. Kemudian kecepatan putar diturunkan 160 rpm hingga selesai. Setelah proses pada RVA selesai kurva amilografi akan muncul di layer monitor (Fidyasari *et al.*, 2024).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Uji Warna

Warna merupakan salah satu faktor fisik yang mempengaruhi tingkat kesukaan konsumen. Warna pada bahan pangan digunakan untuk menentukan identitas produk dan menarik perhatian konsumen. Warna dari sampel dinyatakan dalam nilai L*, a*, dan b*. Nilai L* bernilai 0 yaitu hingga 100 yaitu putih. Nilai a* dan b* menggambarkan rentang warna dari merah ke hijau, kuning, dan biru. Semakin tinggi nilai a*, dinyatakan warna makin merah dan kurang hijau. Sementara itu, semakin tinggi nilai b*, warna makin kuning dan kurang biru (Khan *et al.*, 2009). Hasil pengujian warna menggunakan *color reader* dapat dilihat pada [Tabel 1](#).

Tabel 1. Hasil Analisis Warna

No.	Parameter	Hasil
1.	L* (kecerahan)	79,6± 0,02
2.	a* (merah-hijau)	2,9±0,01
3.	b* (campuran kuning\biru)	17,6±0,05
4.	C (saturasi)	17,8±0,02
5.	h (hue)	80,7±0,01

Berdasarkan Tabel 1. Tepung ampas tahu memiliki nilai L* tertinggi 79.6 yang artinya paling terang. Nilai L* menunjukkan derajat kecerahan sampel dan memiliki skala 0 sampai terang. Jadi semakin tinggi nilai L* maka semakin mendekati warna putih. Hal ini dapat dipengaruhi beberapa faktor, seperti metode pengeringan suhu dan waktu pengeringan, waktu pengeringan yang lama berpengaruh pada warna tepung ampas tahu (Rahayu dkk., 2016). Nilai a* memiliki nilai paling kecil 2.9. Nilai a* pada uji warna tepung ampas tahu menunjukkan warna dalam spektrum merah-hijau, yang dimana nilai positif menunjukkan warna merah dan nilai negatif menunjukkan warna hijau. Pada nilai a* menunjukkan bahwa tepung ampas tahu memiliki tingkat kemerahan yang sangat rendah, hampir netral. Warna yang kurang mencolok biasanya dipengaruhi oleh proses pengeringan atau kadar sisa protein dan serat dalam ampas tahu. Nilai a* yang kecil merupakan warna tepung ampas cenderung ke merah warna merahnya sangat lemah yang artinya nilai a* 2.9 tepung ampas tahu positif. Warna yang kurang mencolok dapat dipengaruhi oleh proses pengeringan atau kadar protein dan serat dalam ampas tahu, warna yang lebih terang atau netral sering dianggap positif karena tidak memberikan pengaruh visual pada produk akhir. Nilai b* 17.6 artinya warna kuning yang cukup kuat. Nilai C 17.8 menunjukkan tingkat saturasi warna atau intensitas warna yang sedang artinya warna cukup jelas tapi tidak mencolok, sedangkan nilai h 80.7 menunjukkan warna berada dalam rentang mendekati warna kuning. Tepung ampas tahu pada nilai L* memiliki tingkat kecerahan yang sangat tinggi hal ini menunjukkan warna yang lebih netral dan lembut. Nilai L menunjukkan derajat kecerahan sampel dan memiliki skala 0 sampai 100. Menurut Francis (2003), nilai 0 menyatakan sampel sangat gelap dan 100 menyatakan sampel sangat cerah. Hal ini bisa menjadi nilai tambah dalam penggunaannya pada produk pangan, karena tidak mengganggu tampilan visual produk akhir.

2. Densitas Kamba

Densitas kamba merupakan salah satu karakteristik sifat fisik yang ditentukan oleh berat bubuk yang diketahui volumenya. Semakin tinggi nilai densitas kamba menunjukkan bahwa produk semakin padat, dan apabila diaplikasikan menjadi produk olahan akan lebih mengenyangkan. Densitas kamba didefinisikan sebagai massa partikel yang menempati volume tertentu wadah. Nilai densitas kamba bergantung pada ukuran partikel, kadar air, komposisi kimia, serta penanganan dan proses pengolahan (Hasmadi, 2021). Hasil Densitas Kamba dapat dilihat pada [Tabel 2](#).

Tabel 2. Hasil Analisa Fisik Tepung Ampas Tahu

No.	Parameter	Hasil
1.	Densitas kamba	1,83 ± 0,0047
2.	Daya serap air	8,00 ± 0,4714
3.	Daya serap minyak	2,80 ± 0,0942

Berdasarkan Tabel 2. hasil uji densitas kamba tepung ampas tahu yaitu 1,83 g/mL. Densitas kamba makanan bubuk yang umumnya berkisar antara 0,3-0,8 g/mL. Nilai 1,83 g/mL menunjukkan kepadatan yang lebih tinggi dari rata-rata, yang berarti bahan tersebut lebih padat dan mengandung lebih banyak partikel dalam volume yang sama. Hasil densitas pada tepung ampas tahu tinggi menunjukkan bahwa tepung ampas tahu memiliki kepadatan yang tinggi, maka artinya tepung tersebut memiliki massa yang besar dalam volume tertentu. Dan menunjukkan bahwa partikel-partikel dalam tepung tersebut lebih padat, karena kadar air yang rendah atau komposisi serat dan protein

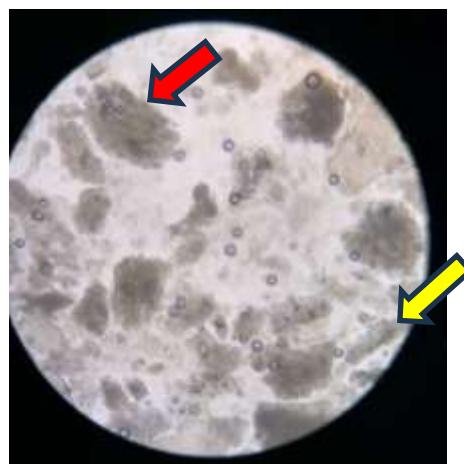
yang tinggi (Nurdin dkk., 2018). Pada penelitian lain seperti Tepung jagung memiliki nilai densitas kamba 0,3898 g/mL sedangkan tepung ampas tahu memiliki nilai densitas yang tinggi karena tingginya kadar air pada tepung ampas tahu maka ukuran partikel yang lebih halus sehingga nilai densitas semakin tinggi, nilai densitas kamba yang kecil disebabkan oleh kecilnya kadar air pada tepung jagung karena berat bahan yang ringan sehingga terdapat rongga dan membutuhkan ruang yang besar yang dipengaruhi oleh bentuk partikel dari bahan tersebut karena jika suatu bahan memiliki porositas yang besar maka akan mengakibatkan rongga-rongga antar partikel bahan terisi oleh udara sehingga nilai densitas kambanya akan lebih kecil. Dengan mengetahui densitas dari suatu bahan maka akan mempermudah dalam proses pengemasan, distribusi, penyimpanan dan sortasi. (Okekunle *et al.*, 2020).

3. Daya Serap Air dan Minyak

Sifat fungsional dari tepung ampas tahu antara lain yaitu kemampuan dalam menyerap air dan minyak. Tabel 2 menyajikan nilai daya serap air dan minyak dari tepung ampas tahu yang dinyatakan dalam g/g basis kering/bk. Uji daya serap air dan minyak adalah untuk menunjukkan kemampuan tepung dalam menyerap air dan minyak. Berdasarkan data Tabel 2 nilai daya serap air pada tepung ampas tahu adalah 8,00 g/g bK dan daya serap minyak 2,80 g/g bK. Data tersebut menunjukkan bahwa tepung ampas tahu memiliki daya serap air dan minyak yang sangat rendah. Hal tersebut sama dengan penelitian lain yang menggunakan tepung bekicot dimana daya serap air antara 1,49 hingga 4,72 g/g (Istiqomah, 2022). Pada penelitian karakteristik fisik tepung kelor menunjukkan hasil daya serap air yang rendah tetapi daya serap minyak tinggi (Fidyasari *et al.*, 2024). Tepung terigu memiliki kemampuan menyerap air yang tinggi, yang dikenal sebagai daya serap air (*water absorption*). Nilai daya serap air tepung terigu bervariasi, biasanya antara 53,9% hingga 65,5%. Nilai daya serap minyak pada tepung terigu, atau lebih tepatnya kapasitas penyerapan minyak (OAC), bervariasi tergantung jenis tepung dan proses pengolahannya. Secara umum, OAC pada tepung terigu berkisar antara 130 hingga 156%. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tepung komposit memiliki OAC tertinggi (156%), sementara tepung terigu memiliki OAC sekitar 146%. Daya serap minyak yang tinggi menunjukkan kemampuan yang baik pada tepung dalam mengikat dan mempertahankan minyak. Persyaratan uji daya serap air dan minyak pada tepung ampas tahu terkait dengan kemampuan tepung untuk menyerap cairan. Nilai daya serap air yang lebih rendah menunjukkan lebih sedikit gugus hidrofilik sementara nilai daya serap minyak yang lebih tinggi menunjukkan potensi emulsi. Daya serap minyak berhubungan dengan hidrofobisitas sistem pangan seperti sosis atau adonan kue (Zhang *et al.*, 2012). Daya serap minyak juga penting, misalnya dalam proses penggorengan atau pembuatan produk yang membutuhkan tekstur renyah, namun terlalu banyak minyak dapat mengurangi kualitas produk (Fidyasari *et al.*, 2024). Tepung dengan nilai serap minyak yang tinggi dikenal cocok untuk meningkatkan cita rasa bahan pangan. Selain itu, tepung dengan daya serap minyak yang tinggi juga baik digunakan sebagai bahan tambahan pangan untuk produksi beberapa produk pangan yang prosesnya memerlukan penyerapan minyak yang tinggi seperti pada pembuatan sosis, whipped cream, sponge cake dan lainnya (Njintang & Mbafung, 2006). Tepung dengan daya serap minyak tinggi juga berperan penting sebagai agen emulsifier yang bertugas untuk memperkuat intraksi ikatan gluten-gluten dan interaksi kompleks protein pati pada proses pembuatan produk bakery.

4. Uji Sensori

Morfologi tepung secara fisik sangat penting untuk dipahami karena berkaitan dengan kualitas dan karakteristik tepung dalam proses pembuatan makanan. Morfologi tepung biasanya mengacu pada bentuk, ukuran, warna, dan tingkat kehalusan partikel (Syafutri *et al.*, 2020). Hasil morfologi tepung secara mikroskopik dapat dilihat pada [Gambar 1](#).



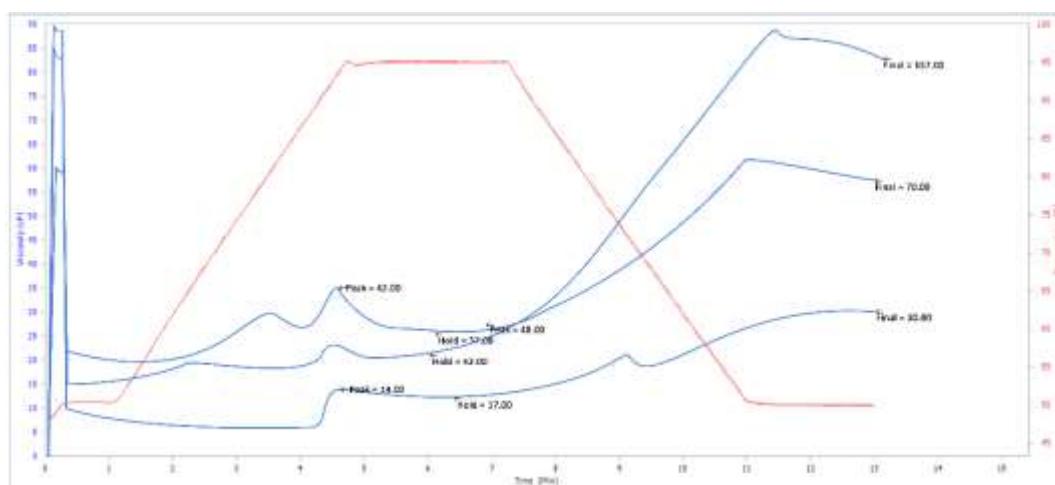
Gambar 1. Bentuk mikroskopis tepung ampas tahu perbesaran 100x

Pada Gambar 1. Tanda panah kuning dengan bentuk partikel seperti pita yaitu menunjukkan serat yang panjang dan tebal. Pada tanda panah merah menunjukkan badan protein. Pada Gambar 1. garis merah adalah protein dan garis kuning adalah serat. Hal ini sesuai dengan penelitian tentang morfologi daun kelor yang menyatakan bahwa didalam daun kelor dominan adanya serat dan protein dibandingkan pati. Pada penelitian tersebut Partikel yang berbentuk seperti pita diduga merupakan serat makanan. Sementara itu, bentuknya yang tidak beraturan diyakini sebagai badan protein. Serat dan badan protein terdistribusi secara merata.

Pada hasil penelitian lain yaitu daun kelor pada tanda panah merah menunjukkan badan protein dengan bentuk tidak beraturan yang lebar, badan protein yaitu struktur seluler yang spesifik, bukan sekadar protein itu sendiri. Badan protein ini memiliki ukuran tertentu dan dibatasi oleh membran, menjadikannya organel yang terdefinisi (Fidyasari *et al.*, 2024). Pada hasil penelitian ini tidak ditemukan adanya granula pati pada tepung ampas tahu. Keberadaan pati dalam tepung berpengaruh terhadap sifat retrogradasi. Retrogradasi adalah proses di mana pati yang telah dimasak dan mengalami gelatinisasi akan berubah struktur saat mendingin dan disimpan. Dalam proses ini, rantai amilosa dan amilopektin kembali menyatu dan membentuk jaringan mikrokristalin. Akibatnya tekstur makanan dapat berubah, misalnya menjadi lebih keras atau mudah hancur (Njintang & Mbofung, 2006). Berdasarkan hasil pengamatan mikroskop dengan perbesaran 10 x 0,25 pada morfologi tepung ampas tahu Gambar 1 hasil morfologi tepung ampas tahu tidak ditemukan granula pati. Hal ini berbeda dengan biji gandum yang umumnya memiliki tiga komponen utama, yaitu endosperma, kulit luar (bran), dan lembaga (germ), yang berkontribusi terhadap kandungan pati dalam tepung terigu (Tong *et al.*, 2020). Karena ampas tahu merupakan hasil samping dari proses ekstraksi protein dari kedelai maka sebagian besar komponen utamanya adalah serat kasar, protein residu tanpa adanya pati. (Wati dkk., 2024).

5. Uji Sensori

Hasil penelitian menggunakan RVA (*Rapid Visco Analyzer*) atau sifat amilograf (laju retrogradasi, viscositas dan suhu gelatinisasi atau profil gelatinisasi) dapat dilihat pada [Gambar 2](#).



Gambar 2. Amilograf pati

Sifat amilograf merupakan karakteristik penting dari bahan bertepung, yang mencerminkan transisi butiran pati dari pembengkakan ke pemecahan dan pencairan struktur kristal selama pemasakan (Abduh *et al.*, 2024). Berdasarkan analisis RVA yang dilakukan waktu gelatinisasi tepung ampas tahu adalah 13 menit, tepung ampas tahu menunjukkan viskositas yang rendah selama waktu pemanasan yaitu 48 cP, karena rendahnya kandungan pati dalam tepung. Serat pangan larut dan protein juga berkontribusi terhadap viskositas selama pemanasan. Serat pangan larut mempunyai kemampuan menyerap dan menahan air dalam jaringan gelnya serta meningkatkan viskositas. Pada penelitian Abduh *et al.*, (2024) tepung terigu protein rendah memiliki titik kekentalan tertinggi 2684 cP dan tepung terigu protein tinggi 2491 cP. Nilai *breakdown* menunjukkan nilai penurunan viskositas selama pemanasan yang berhubungan terhadap kestabilan pati selama proses pemanasan. (Balet *et al.*, 2019). Pati tepung ampas tahu memiliki nilai breakdown lebih rendah dari pati hasil penelitian lain. Menurunnya nilai breakdown menunjukkan stabilitas pasta yang lebih rendah terhadap panas (ketahanan terhadap gaya geser menipis selama pati dimasak). Tepung ampas tahu memiliki nilai breakdown paling rendah 11 cP. *Pasting temperature* adalah suhu di mana viskositas maksimum tercapai selama pemanasan pasta pati. Ini adalah titik di mana granula pati telah membengkak secara maksimal sebelum mulai pecah. *pasting temperature* tidak bisa diamati. Pada tepung terigu *pasting temperature* berkisar 83-84 °C. *Setback* menunjukkan nilai ketahanan terhadap retrogradasi atau sineresis dari pati (Okekunle *et al.*, 2020). Pada tepung ampas tahu memiliki nilai setback paling rendah 16 cP dibandingkan

jenis tepung lain. Variasi yang luas dalam viskositas akhir berkontribusi terhadap beragamnya viskositas kemunduran. Tepung ampas tahu stabil terhadap retrogradasi yang ditunjukkan dengan viskositas setback yang rendah. Viskositas akhir tertinggi pada tepung ampas tahu 157° C. Kadar serat pangan sangat mempengaruhi viscositas akhir dan viscositas setback.(Nadhira and Cahyana, 2023). Sedangkan untuk Setback viscosity atau retrogradasi, final viscosity atau viscositas akhir tepung terigu lebih tinggi 1062 cp untuk setback dan 2578 cp final viscosity artinya tepung ampas tahu memiliki sifat amilografi yang rendah dibandingkan tepung terigu. Tepung ampas tahu menunjukkan suhu gelatinisasi yang rendah disebabkan karena kandungan pati yang rendah meskipun tingkat serat pangannya cukup tinggi. Serat pangan menghambat gelatinisasi pati melalui persaingan penyerapan air dan serat lebih mudah menyerap air (Qin *et al.*, 2023). Namun, serat pangan tepung ampas tahu tidak terlalu memperlambat gelatinisasi, hal ini ditunjukkan dengan suhu gelatinisasi yang rendah.

KESIMPULAN

Karakterisasi fisik tepung ampas tahu pada uji warna nilai a^* 2.9 nilai b^* 17.6 nilai L 79.6 nilai C 17.8 nilai h (hue) 80.7, nilai densitas kamba 1,83 g/mL, daya serap air 8,00 g/g (bK) daya serap minyak 2,80 g/g (bK), dan uji morfologi tepung terlihat adanya badan protein dan serat sehingga tepung ampas tahu dapat dijadikan alternatif pengganti tepung terigu sebagai *ingredient* pangan fungsional. Sifat amilografi tepung ampas tahu menunjukkan laju gelatinisasi pati 13 menit, viscositas 48 cP, breakdown viscosity 11 cP, setback 16 Cp, dan viskositas akhir tertinggi pada tepung ampas tahu 157 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, S.B.M., Nurwantoro, Mulyani, S., Nurwidiyanto, A.R. and Widiyanti, S.H. (2024). Gelatinization Behavior, Morphological, and Chemical Properties of Flour of Cassava, Sago, and Whea. *ASEAN Journal of Chemical Engineering*, 24(3) : 260–275. <https://doi.org/10.22146/ajche.12187>.
- Andriani, R., Nurlila, R.U., Surianto, T., Srtudi, P., Farmasi, S., Sains, F., Mandala, U., Keperawatan, P.S., Kesehatan, F.I. and Waluya, U.M. (2025). Edukasi Pangan Fungsional Berbasis Pangan Lokal dan Pemilihan Kosmetik yang Baik di Kelurahan Nambo Kota Kendari. 6(1) : 197–202.
- Balet, S., Guelpa, A., Fox, G. and Manley, M. (2019). Rapid Visco Analyser (RVA) as a Tool for Measuring Starch-Related Physicochemical Properties in Cereals : a Review. <https://doi.org/10.1007/s12161-019-01581-w>.
- Devi, L.M. and Badwaik, L.S. (2022). Variety difference in physico-chemical, cooking, textural, pasting and phytochemical properties of pigmented rice. *Food Chemistry Advances*, 1 : 100059. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100059>.
- Fidyasari, A., Estiasih, T., Wulan, S.N. and Khatib, A. (2024). The physicochemical, functional, and pasting properties of *Moringa oleifera* leaf powder from different leaf stalk colors'. *CYTA - Journal of Food*, 22(1). <https://doi.org/10.1080/19476337.2024.2402062>.
- Hasmadi, M. (2021). Effect of Water on The Caking Properties of Different Types of Wheat Flour. *Food Research*, 5(1) : 266–270.: [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(1\).412](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(1).412).
- Istiqomah, A. (2022) . Pengaruh Penambahan Bekatul terhadap Sifat Fisikokimia dan Sensoris pada Donat Vegetarian. *Jurnal Teknologi Pangan*, 6(1) : 1–7. <https://doi.org/10.14710/jtp.2022.30266>.
- Khan, M.A.I., Ueno, K., Horimoto, S., Komai, F., Tanaka, K. and Ono, Y. (2009). Physicochemical, Including Spectroscopic, and Biological Analyses During Composting of Green Tea Waste and Rice Bran. *Biology and Fertility of Soils*, 45(3) :305–313. <https://doi.org/10.1007/s00374-008-0335-x>.
- Kurniasari, N.I. and Wibisono, Y. (2023). Penambahan Tepung Ampas Tahu dan Tepung Kulit Buah Naga Terhadap Tepung Premiks Pancake. *JOFE: Journal of Food Engineering*, 2(2) :73–77. <http://dx.doi.org/10.25047/jofe.v2i2.3456%0Ahttps://publikasi.polije.ac.id/index.php/jofe/article/download/3456/2228>.
- Maulida Majid, S. and Farida, E. (2022). Formulasi Snack Bar Berbahan Dasar Tepung Kedelai (*Glycine max L.*) dan Tepung Labu Kuning (*Cucurbita moschata Durch*) Sebagai Makanan Alternatif Sumber Energi Syahrina. *Indonesian Journal of Public Health and Nutrition*, 4(2) : 217–224.
- Nadhira, R. and Cahyana, Y. (2023). Kajian Sifat Fungsional dan Amilografi Pati dengan Penambahan Senyawa Fenolik (Review) Functional and Pasting Properties of Starch with Phenolic Compound Addition : Review. *Jurnal Penelitian Pangan*, 3(1) : 14–19.
- Njintang, Y.N. and Mbafung, C.M.F. (2006).Effect of Precooking Time And Drying Temperature On The Physico-Chemical Characteristics and In-Vitro Carbohydrate Digestibility of Taro Flour. *Lwt*, 39(6) : 684–691. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.03.022>.
- Nurdin, A., Setiasih, I.S., Djali, M. (2018). Pengaruh Pengeringan Ampas Tahu Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Tepung Ampas Tahu. 2.
- Okekunle, M.O., Adebowale, K.O., Olu-Owolabi, B.I. and Lamprecht, A. (2020). Physicochemical, morphological and thermal properties of oxidized starches from Lima bean (*Phaseolus lunatus*). *Scientific African*. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00432>.

- Qin, J., Xiao, M., Wang, S., Peng, C., Wu, X. and Jiang, F. (2023). Effect of Drying Temperature on Microstructural, Mechanical, and Water Barrier Properties of Konjac Glucomannan/Agar Film Produced at Industrial Scale. *Lwt*, 173 : 114275: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114275>.
- Rahayu, L.H., Sudrajat, R.W. and Rinihapsari, E. (2016). Teknologi Pembuatan Tepung Ampas Tahu Untuk Produksi Aneka Makanan Bagi Ibu-Ibu Rumah Tangga Di Kelurahan Gunungpati. Semarang', *E-Dimas*, 7(1) : 68: <https://doi.org/10.26877/e-dimas.v7i1.1040>.
- Ria Sarjono, P. and Iswantini, D. (2004). Pengembangan Metode Penentuan Isoflavon Kadar Rendah Dalam Limbah Cair Tahu Menggunakan Enzim Nadh Oksidase Determination of Isoflavones From Tofu Waste Using Nadh Oxidase Enzyme Methode. *Sains & Apl*, 7(1) : 17–21.
- Septya, P., Chaniago, N., Priyono, S., Saputri, N.E., Studi, P., Pangan, T. and Pontianak, U.T. (2025). Pemanfaatan Tepung Ampas Tahu dengan Penambahan Pasta Kacang Merah dalam Formulasi Snackbar. 2.
- Syafutri, M.I., Syaiful, F., Lidiasari, E. and Pusvita, D. (2020). Pengaruh Lama dan Suhu Pengeringan Terhadap Karakteristik Fisikokimia Tepung Beras Merah (*Oryza nivara*). *AGROSAINSTEK: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, 4(2) : 103–111. <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v4i2.120>.
- Tong, C., Wu, Z., Sun, J., Lin, L., Wang, L., Guo, Y., Huang, Z., Wu, C. and Pang, J. (2020). Effect of Carboxylation Cellulose Nanocrystal and Grape Peel Extracts on The Physical, Mechanical and Antioxidant Properties of Konjac Glucomannan Films. *International Journal of Biological Macromolecules*, 156 :874–884. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.04.051>.
- Wati, F.H., Azhari, D., Darius, D. and Afriani, R. (2024). Substitusi Tepung Ampas Tahu Pada Pengolahan Kue Bay Tat. *Student Research Journal*, 2(1) : 165–178.

Conflict of Interest Statements: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © 2026 Hanum Zalzabilah, Ambar Fidyasari, and J Nelson Abimanyu. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Licences (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.