

KANDUNGAN WARNA, KAROTEN DAN KIMIA TEPUNG LABU KUNING DENGAN PERBEDAAN LAMA FERMENTASI *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

[Color, Carotene Content and Chemical of Yellow Pumpkin Flour With Differences in *Saccharomyces cerevisiae* Fermentation Time]

**Anisa Rachma Sari^{1✉}, Fajarrudin Ahmad Romadhon², Antonia Nani Cahyanti¹,
Aldila Sagitaning Putri¹**

¹ Dosen Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Semarang

² Alumni Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Semarang

ABSTRACT

*The presence of carotene pigment in yellow pumpkin can make the flour have an attractive color. However, the high content of crude fiber in yellow pumpkin can lead to low digestibility, which in turn affects nutrient absorption. To overcome these problems, fermentation technology is needed. The fermentation process can increase the nutritional value of the product by decreasing antinutrient compounds, increasing digestibility, and macronutrient availability. The purpose of this study is to analyze the characteristics of color, carotene, crude fiber, moisture content, carbohydrates, and protein of yellow pumpkin flour with variations in the fermentation time of *Saccharomyces cerevisiae* and to determine the best fermentation time in the manufacture of yellow pumpkin flour. The study used a one-factor randomized block design method, namely the length of fermentation time. There were 6 treatments (0, 1, 2, 3, 4, and 5 days) with 4 replications. The parameters analyzed included color, carotene, crude fiber, moisture content, carbohydrates, and proteins. The results showed that the length of fermentation time increased the color brightness, yellowish color, carotene, and carbohydrate levels; but decreased the reddish color, crude fiber, moisture content, and protein of yellow pumpkin flour. The best fermentation time for making yellow pumpkin flour is 3 days. Yellow pumpkin flour, fermented for 3 days, has the potential to be a flour with an attractive color, high in carotene, protein, and carbohydrate content, low in fiber and moisture content, which facilitates the absorption of nutrients and has a long shelf life.*

Keywords: Carotene, color, fiber, flour, yellow pumpkin

ABSTRAK

Adanya pigmen karoten pada labu kuning dapat menjadikan tepung memiliki warna yang menarik. Akan tetapi, tingginya kandungan serat kasar dalam labu kuning dapat menyebabkan rendahnya nilai pencernaan, yang berdampak pada penyerapan zat gizi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu adanya teknologi fermentasi. Proses fermentasi dapat meningkatkan nilai nutrisi produk dengan penurunan senyawa antinutrisi, meningkatkan daya cerna dan ketersediaan makronutrisi. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis karakteristik warna, karoten, serat kasar, kadar air, karbohidrat dan protein tepung labu kuning dengan variasi lama waktu fermentasi *Saccharomyces cerevisiae*; serta menentukan lama waktu fermentasi terbaik dalam pembuatan tepung labu kuning. Penelitian menggunakan metode rancangan acak kelompok satu faktor yaitu lama waktu fermentasi. Terdapat 6 perlakuan (0, 1, 2, 3, 4, dan 5 hari) dengan 4 kali pengulangan. Parameter yang dianalisis meliputi warna, karoten, serat kasar, kadar air, karbohidrat dan protein. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama waktu fermentasi meningkatkan kecerahan warna, warna kekuningan, kadar karoten dan karbohidrat; namun menurunkan warna kemerahan, serat kasar, kadar air dan protein tepung labu kuning. Lama waktu fermentasi terbaik dalam pembuatan tepung labu kuning adalah 3 hari. Tepung labu kuning terfermentasi 3 hari berpotensi sebagai tepung dengan warna menarik, tinggi akan kandungan karoten, protein dan karbohidrat, rendah serat dan kadar air sehingga memudahkan dalam proses penyerapan zat gizi dan memiliki umur simpan panjang.

Kata Kunci: Karoten, labu kuning, serat, tepung, warna

✉ **Corresponding Author:**

Anisa Rachma Sari
Universitas Semarang
Email: anisa_ftp@usm.ac.id

*This is an open access article
under the **CC BY-SA** license:*



PENDAHULUAN

Labu kuning merupakan salah satu tanaman yang memiliki banyak manfaat karena kandungan nutrisi yang tinggi, menyehatkan pencernaan serta memiliki karakteristik sensori menguntungkan (Indrianingsih et al., 2019). Akan tetapi, dengan berkembangnya inovasi dalam dunia pangan konsumen lebih menginginkan penyajian produk pangan yang praktis. Labu kuning berpotensi untuk diolah menjadi tepung agar lebih praktis dan memperpanjang umur simpannya (Budiarti et al., 2020). Keunggulan dari tepung labu kuning yaitu: memiliki warna kuning orange yang menarik karena mengandung total karotenoid sebanyak 234,21-404,98 µg/g; α-karoten sebanyak 67,06-72,99 µg/g dan β-karoten sebanyak 244,22-141,95 µg/g (Carvalho et al., 2012). Karotenoid berperan sebagai pro vitamin A, antioksidan dan pewarna alami kuning dalam pengolahan produk pangan (Millati et al., 2020; See et al., 2007). Hasil penelitian Tedom et al. (2019), menunjukkan senyawa yang terdapat pada tepung labu kuning meliputi: air sebanyak 5,32%; abu sebanyak 5,71%; karbohidrat sebanyak 56,55%; protein sebanyak 7,27%; lemak sebanyak 2,85%; serat sebanyak 26,84%; gula reduksi sebanyak 31,05%; serta karoten sebanyak 374,29%. Karbohidrat yang terdapat pada tepung labu kuning bervariasi jenisnya terdiri dari: galaktosa, glukosa, arabinosa, xilosa dan asam glukuronat (Sari, 2023).

Tepung labu kuning berpotensi sebagai pangan fungsional karena mengandung betakaroten yang berfungsi sebagai antioksidan dan serat kasar yang cukup tinggi, sehingga memiliki manfaat bagi kesehatan (Linangsari et al., 2022). Beberapa manfaat kesehatan dari tepung labu kuning diantaranya: meningkatkan serum insulin, mengurangi kadar glukosa darah, meningkatkan toleransi glukosa pada tikus yang diinduksi aloksan serta melindungi dan meregenerasi sel β pankreas (Sari, 2023). Kadar serat pada tepung labu kuning bervariasi, dipengaruhi beberapa faktor diantaranya: lokasi, varietas, metode penepungan serta pengeringan. Penelitian Wijaya & Wahyono (2018), menunjukkan kadar serat kasar tepung labu kuning varietas kelenteng dengan suhu pengeringan 60°C sebesar 31,90%. Kandungan serat kasar tepung labu kuning yang berasal dari Nigeria dengan perlakuan *blanching* larutan 1,25% NaHSO₃ selama 10 menit dengan suhu pengeringan 60°C sebesar 6,93% (Joy et al., 2021). Kadar serat labu kuning berbagai varietas berbeda-beda secara berturut-turut yaitu: kabocha 4,94%; bokor 3,17%; gentong 2,61% dan madu 1,87% (Nurrahman & Rahayu, 2022).

Tingginya kandungan serat kasar dapat mengakibatkan nilai pencernaan rendah, apabila nilai cerna rendah menyebabkan penyerapan zat gizi menjadi berkurang. Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu adanya teknologi fermentasi. Fermentasi dapat memperbaiki nilai nutrisi dari produk melalui penurunan senyawa antinutrisi, meningkatkan daya cerna dan ketersediaan mikronutrisi (Kumari et al., 2021). Proses fermentasi dapat meningkatkan bioavailabilitas karotenoid sehingga lebih mudah diserap oleh tubuh. Prasetyo et al. (2022), menambahkan proses fermentasi dapat menurunkan kandungan serat kasar dan meningkatkan daya cerna bonggol singkong. Aktivitas enzimatis selama fermentasi oleh *S. cerevisiae* dapat memecah karbohidrat dan protein sehingga membuatnya lebih mudah dicerna oleh tubuh dan meningkatkan warna orange pada tepung labu kuning (Syahputri et al., 2017) serta meningkatkan aktivitas antioksidan tepung labu kuning terfermentasi (Sari et al., 2024). Hasil penelitian Khohir et al. (2017), menunjukkan fermentasi ubi jalar orange selama 48 jam oleh *S. cerevisiae* meningkatkan nilai kecerahan warna (L*), meningkatkan warna kekuningan (b*) serta menurunkan warna kemerahan (a*) tepung ubi jalar orange. Berdasarkan tinjauan literatur yang ada, penelitian mengenai karakteristik warna, kandungan karoten, serat kasar, protein dan karbohidrat pada tepung labu kuning yang melalui proses fermentasi, terutama tentang lamanya proses fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan menganalisis pengaruh lama fermentasi terhadap komposisi dan kualitas tepung labu kuning dari aspek warna, karoten, serat kasar, kadar air, karbohidrat dan protein tepung labu kuning; serta menentukan lama waktu fermentasi terbaik dalam pembuatan tepung labu kuning.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu: labu kuning varietas bokor, *S. cerevisiae* yang berasal dari ragi roti merek fermipan, akuades, alumunium foil, H_2SO_4 1,25%, NaOH 3,25%, kertas saring whatman no.1, alkohol 36%, CaCO_3 , petroleum ester, ammonium sulfat, HCl 3%, NaOH 40%, reagen luff school, H_2SO_4 25%, larutan KI 15%, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N, reagen amilum 1% serta etanol.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu: *biocabinet safety*, autoklaf, inkubator, toples kaca, *counting chamber*, erlenmyer 250 ml, labu ukur 100 ml, gelas beker 1.000 ml, pipet tetes 1 ml, tabung reaksi, cawan petri, batang pengaduk, saringan, timbangan digital, *slicer*, *food dehydrator*, *chooper*, ayakan 60 mesh, *chromameter*, oven, desikator, *rotary evaporator*, spektrofotometer dan peralatan memasak.

Metode

Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan acak kelompok satu faktor yaitu lama waktu fermentasi. Terdapat enam perlakuan, masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 4x sehingga diperoleh 24 unit percobaan. Rincian pada perlakuan penelitian terdiri dari:

P0 = tanpa fermentasi sebagai kontrol

P1 = fermentasi 1 hari

P2 = fermentasi 2 hari

P3 = fermentasi 3 hari

P4 = fermentasi 4 hari

P5 = fermentasi 5 hari

Parameter yang akan diamati meliputi analisis warna yang terdiri dari: warna, karoten, serat, kadar air, protein dan karbohidrat.

- Analisis warna dilakukan menggunakan *chromameter* merk Konika Minolta CR400. Hasil analisis warna berupa nilai L^* (tingkat kecerahan warna), a^* (tingkat warna merah ke hijau, nilai positif ke negatif secara berturut-turut) serta b^* (tingkat warna kuning ke biru, nilai positif ke negatif berturut-turut) (Rahardjo et al., 2021).
- Analisis kadar karoten pada sampel tepung labu kuning yang telah diekstraksi dengan petroleum eter dan diukur serapannya menggunakan spektrofotometer ultraviolet-visible (UV-Vis) pada panjang gelombang 420 nm (Pratiwi & Krisbianto, 2019).
- Analisis serat kasar dilakukan dengan cara menimbang sampel sebanyak 1 g, kemudian memasukkan ke dalam gelas kimia 250 ml dan menambahkan 50 ml H_2SO_4 0,3 N lalu dipanaskan pada suhu 70°C selama 1 jam. Selanjutnya menambahkan 25 ml NaOH 1,5 N dan dipanaskan selama 30 menit pada suhu 70°C. Larutan disaring menggunakan corong buchner. Selama penyaringan endapan dicuci berturut-turut menggunakan akuades panas secukupnya, 50 ml H_2SO_4 0,3 N dan 25 ml aseton. Kertas saring berisi residu dimasukkan ke dalam cawan petri dan dikeringkan di dalam oven selama 1 jam dengan suhu 105°C (Mozin et al., 2019).
- Analisis kadar air menggunakan metode thermogravimetri (AOAC, 2023).
- Analisa kadar protein protein menggunakan metode kjeldahl (AOAC, 2023).
- Analisis Kadar karbohidrat *by difference* (AOAC, 2023).

Data hasil pengamatan dianalisis pengaruh antar perlakuan menggunakan Anova satu arah dengan tingkat signifikan 5%. Apabila terdapat pengaruh nyata antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikan 5%. Software yang digunakan adalah SPSS.

Pelaksanaan Penelitian

Persiapan Labu Kuning (Rismaya et al., 2018)

Labu kuning varietas bokor yang digunakan dalam penelitian ini berusia antara 95 hingga 120 hari setelah tanam, diperoleh dari Kecamatan Pucakwangi, Desa Sokopuluhan, Kabupaten Pati, dalam kondisi segar dan tanpa kerusakan. Setelah itu, labu kuning dikupas, dibersihkan bijinya kemudian dicuci dan dipotong dengan ketebalan 3 cm. Selanjutnya, labu kuning dikukus selama 3 menit pada suhu 75°C.

Pembuatan Starter

Pembuatan starter *S. cerevisiae* menggunakan metode *counting chamber*. *S. cerevisiae* diperoleh dari ragi roti merek fermipan. Sebanyak 5 g fermipan : 1.000 g labu kuning yang sudah dipasteurisasi dimasukkan ke dalam gelas beker. Selanjutnya ditambahkan akuades 3 : 2 dari labu kuning lalu diaduk hingga merata serta ditutup menggunakan aluminium foil (Yani & Akbar, 2018). Tahapan berikutnya melakukan inkubasi pada suhu 30°C selama 12 jam hingga didapatkan kepadatan sel mikroorganisme sebanyak 10⁶ CFU/ml (Tandrianto et al., 2014).

Tahapan Fermentasi Labu Kuning (Sari et al., 2024)

Labu kuning yang telah dipasteurisasi dimasukkan ke dalam toples kaca yang sudah disterilkan. Fermentasi dilakukan dengan cara menginokulasikan 3% starter dari berat labu kuning sebesar 4.000 g, kemudian ditambahkan akuades 3 : 2 dari berat labu kuning tersebut. Tahapan terakhir dilakukan pengadukan menggunakan centong sayur hingga tercampur merata. Proses fermentasi dilakukan menggunakan inkubator pada suhu 30°C selama 1, 2, 3, 4 dan 5 hari.

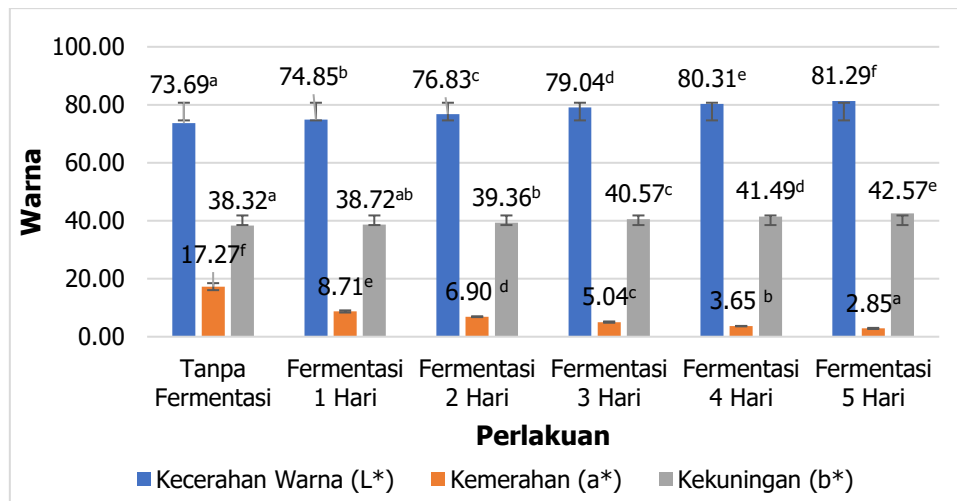
Tahapan Penepungan

Hasil fermentasi disaring untuk memisahkan labu kuning dengan air. Labu kuning dilakukan pengeringan menggunakan *food dehydrator* pada suhu 60°C selama 24 jam (Herlina et al., 2021). Setelah dikeringkan, dihaluskan menggunakan *chopper* dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh (Triyani et al., 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Warna

Warna merupakan salah satu parameter penting dalam penerimaan produk pangan oleh konsumen. Hasil pengujian warna menunjukkan kecerahan warna (L*), kemerahan (a*) dan kekuningan (b*) yang dapat dilihat pada Gambar 1. Tingkat kecerahan warna tepung labu kuning terendah yaitu 73,69 dari perlakuan tanpa fermentasi; sedangkan tertinggi yaitu 81,29 dari perlakuan lama fermentasi 5 hari. Gambar 1 menunjukkan lama waktu fermentasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai kecerahan warna (L*) tepung labu kuning. Semakin lama waktu fermentasi meningkatkan secara signifikan nilai kecerahan warna dari tepung labu kuning. Semakin tinggi nilai kecerahan warna akan menghasilkan tepung labu kuning dengan warna orange yang semakin cerah. Pernyataan tersebut sesuai dengan pendapat (Khohir et al., 2017) yang menyatakan metode fermentasi memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai L* tepung ubi jalar orange, nilai L* pada tepung ubi jalar orange terfermentasi ragi instan selama 2 hari yaitu 85,19. Semakin tinggi nilai L* akan menghasilkan warna tepung ubi jalar orange yang semakin cerah, sebaliknya nilai L* yang semakin rendah akan menghasilkan warna tepung ubi jalar orange yang cenderung lebih gelap.



Gambar 1. Grafik Warna Tepung Labu Kuning Terfermentasi *S. Cerevisiae*

Semakin meningkatnya nilai kecerahan warna pada tepung labu kuning dengan perlakuan lama fermentasi diduga karena meluruhnya warna karotenoid yang terdapat pada labu kuning. Dugaan tersebut sependapat dengan Aisah et al. (2021) bahwa fermentasi dengan cara perendaman dapat meluruhkan komponen warna yang ada pada bahan, semakin lama fermentasi maka semakin banyak komponen warna yang luruh sehingga tepung yang dihasilkan menjadi semakin putih/cerah. Karotenoid sangat rentan terhadap degradasi ketika terpapar cahaya, panas, oksigen, asam dan basa alkali. Adanya paparan tersebut menyebabkan dekomposisi oksidatif melalui terbentuknya radikal bebas pada karotenoid, sehingga mengakibatkan terbentuk senyawa epoksida, apokarotenoid dan apokarotenal (Ram et al., 2020). Pendapat yang sama juga dikemukakan oleh Widyasaputra & Sudarminto (2013) bahwa kenaikan tingkat kecerahan tepung disebabkan hilangnya pigmen warna kuning (karotenoid) selama fermentasi, oleh karena adanya aktivitas pektinase dan selulase yang muncul akibat aktivitas mikroba. Aktivitas dari kedua enzim tersebut dapat merusak dinding sel sehingga menurunkan stabilitas astaxanthin (salah satu jenis karotenoid). Reaksi isomerisasi dapat menurunkan stabilitas astaxanthin karena terbentuknya *reactive oxygen species* yang mengakibatkan kerusakan ikatan rangkap senyawa kimia pada astaxanthin dan faktor lain adanya akumulasi asam dan panas (Storebakken et al., 2004). *S. cerevisiae* merupakan khamir yang menghasilkan beberapa jenis enzim diantaranya selulase, peptidase, invertase dan zymase (Klau et al., 2020).

Nilai a^* pada Gambar 1 berkorelasi dengan warna kemerahan dari tepung labu kuning (Indrianingsih et al., 2019). Lama waktu fermentasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap warna kemerahan (a^*) tepung labu kuning. Tepung labu kuning tanpa fermentasi menghasilkan nilai a^* tertinggi yaitu 17,27; sedangkan perlakuan fermentasi menghasilkan nilai a^* pada kisaran antara 8,71 sampai 2,85. Semakin lama waktu fermentasi menyebabkan penurunan warna kemerahan pada tepung labu kuning secara signifikan. Khohir et al. (2017), menyatakan metode fermentasi memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap nilai warna a^* tepung ubi jalar orange, nilai a^* pada tepung ubi jalar orange terfermentasi ragi instan selama 2 hari yaitu 3,85. Dapat disimpulkan bahwa tepung labu kuning terfermentasi memiliki warna kemerahan yang sangat rendah, diduga karena rusaknya karotenoid akibat fermentasi. Hal ini sesuai dengan pendapat Anggraeni & Sudarminto (2014), yang menjelaskan kondisi asam pada saat fermentasi dapat menyebabkan hilangnya pigmen karotenoid, hilangnya pigmen karotenoid menyebabkan tingkat kemerahan tepung menjadi semakin rendah. Lama fermentasi memudahkan komponen warna karotenoid sehingga menurunkan nilai warna kemerahan pada tepung.

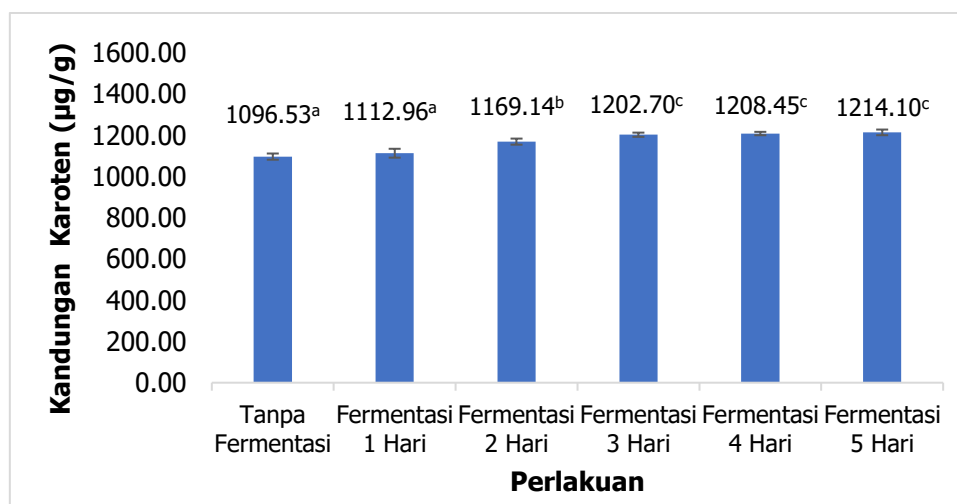
Nilai b^* pada Gambar 1 berkorelasi dengan warna kekuningan dari tepung labu kuning (Indrianingsih et al., 2019). Lama waktu fermentasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap warna kekuningan (b^*) tepung labu kuning. Tepung labu kuning tanpa fermentasi menunjukkan nilai b^* yaitu

38,32; sedangkan perlakuan fermentasi menunjukkan nilai b^* pada kisaran antara 38,72 sampai 42,57. Fermentasi selama 5 hari menghasilkan tepung labu kuning dengan warna kekuningan tertinggi yaitu 42,57. Perlakuan tanpa fermentasi berbeda nyata dengan perlakuan fermentasi 2,3,4 dan 5 hari; akan tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan fermentasi 1 hari. Setelah lama waktu fermentasi 2 hari akan meningkatkan secara signifikan warna kekuningan dari tepung labu kuning. Hasil penelitian Khohir et al. (2017), menunjukkan metode fermentasi memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap nilai warna b^* tepung ubi jalar orange, nilai b^* pada tepung ubi jalar orange terfermentasi ragi instan selama 2 hari yaitu 18,47. Semakin tinggi nilai b^* maka warna tepung ubi jalar orange akan berwarna semakin kekuningan.

Peningkatan warna kekuningan pada tepung labu kuning terfermentasi diduga karena fermentasi menyebabkan semakin meningkatkan kerusakan karotenoid sehingga warna kekuningan semakin terlihat nyata. Dugaan tersebut didukung oleh data kandungan karoten pada Gambar 2 yang menunjukkan semakin lama waktu fermentasi menyebabkan meningkatnya kandungan karoten pada tepung labu kuning. Kerusakan karotenoid dapat disebabkan oleh adanya proses oksidasi karotenoid yang dikatalisis oleh enzim lipoksigenase. Enzim tersebut teraktivasi akibat kondisi asam karena terbentuknya asam organik (asam laktat) yang dihasilkan selama proses fermentasi (Syahputri et al., 2017). Karoten merupakan senyawa yang mudah rusak akibat perubahan lingkungan seperti oksidasi pada suhu tinggi dan lingkungan dengan kondisi asam (Kusbandari & Susanti, 2017). Warna kekuningan pada tepung labu kuning meningkat setelah minimal lama fermentasi 2 hari karena hasil beberapa penelitian menunjukkan lama fermentasi yang efektif adalah minimal 48 jam, pada waktu tersebut degradasi senyawa kompleks oleh mikroorganisme sudah optimal (Pasca et al., 2022).

Karoten

Beta karoten merupakan pigmen organik berwarna kuning, orange atau merah yang dapat larut dalam lemak, tidak larut dalam air serta mudah rusak akibat oksidasi pada suhu tinggi (Kusbandari & Susanti, 2017). Kandungan karoten pada tepung labu kuning hasil fermentasi *S. cerevisiae* ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah ini.



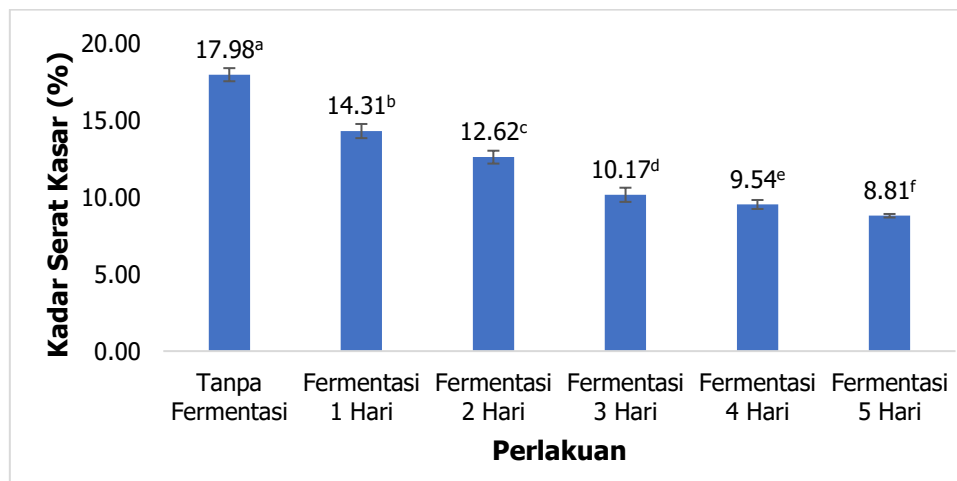
Gambar 2. Kandungan Karoten Tepung Labu Kuning Terfermentasi *S. cerevisiae*

Gambar 2 menunjukkan lama waktu fermentasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kandungan karoten pada tepung labu kuning. Perlakuan tanpa fermentasi berbeda nyata dengan perlakuan fermentasi 2, 3, 4 dan 5 hari, akan tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan fermentasi 1 hari. Kandungan karoten pada tepung labu kuning tanpa fermentasi dan terfermentasi 1 hari yaitu 1096,53 dan 1112,96 µg/g. Kandungan karoten tepung labu kuning terfermentasi meningkat pada lama waktu fermentasi 2 hari menjadi 1168,14 µg/g. Gambar 2 menunjukkan terjadi peningkatan kadar karoten pada tepung labu kuning dengan lama fermentasi 2, 3, 4 dan 5 hari. Namun ketika lama waktu

fermentasi 3 hingga 5 hari tidak meningkatkan secara signifikan pada kandungan karoten tepung labu kuning. Hasil penelitian yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian (Tedom et al., 2019) yang menunjukkan kandungan karotenoid tepung labu kuning terfermentasi *Lactobacillus plantarum* selama 70 jam pada suhu 45°C sebanyak 356,88 µg/g. Peningkatan kandungan karoten pada tepung labu kuning terfermentasi diduga karena proses fermentasi dapat menghambat kerusakan beta karoten pada labu kuning melalui reaksi oksidasi. Reaksi oksidasi enzimatis beta karoten dikatalisis oleh enzim lipoksigenase, oksigenase dan monooksigenase dengan menghasilkan hidroksi beta karoten, beta karoten, aldehid dan hidroksi beta neokaroten. Inaktivasi enzim oksigenase, monooksigenase dan lipoksigenase menyebabkan laju oksidasi menurun sehingga berdampak terhadap penghambatan kerusakan beta karoten (Yanuwardana et al., 2013).

Serat Kasar

Serat kasar merupakan total kandungan serat yang ada pada bahan pangan, terdiri dari serat yang larut dan tidak larut. Kandungan serat kasar dalam bahan pangan bergantung pada komponen polisakarida non pati yang tidak larut air, terdiri dari hemiselulosa, selulosa dan lignin. Kandungan serat kasar pada tepung labu kuning hasil fermentasi *S. cerevisiae* ditunjukkan pada Gambar 3 di bawah ini.

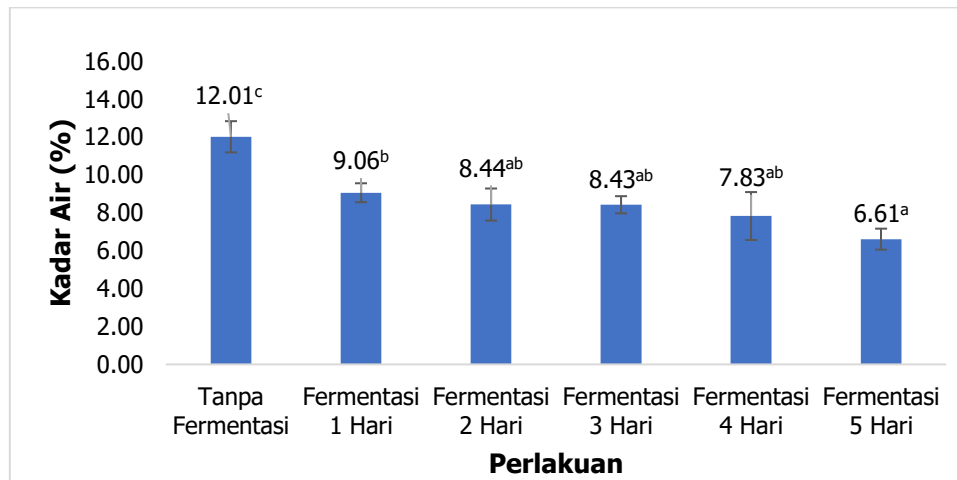


Gambar 3. Kandungan Serat Kasar Tepung Labu Kuning Terfermentasi *S. cerevisiae*

Gambar 3 menunjukkan lama waktu fermentasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kandungan serat kasar pada tepung labu kuning. Data tersebut menunjukkan kandungan serat kasar tepung labu kuning terendah yaitu 8,81% dari perlakuan fermentasi 5 hari; sedangkan tertinggi yaitu 17,98% dari perlakuan tanpa fermentasi. Gambar 3 menunjukkan semakin lama waktu fermentasi menurunkan secara signifikan kandungan serat kasar dari tepung labu kuning. Penurunan kandungan serat kasar pada tepung labu kuning terfermentasi diduga karena aktivitas selulolitik oleh *S. cerevisiae*. Hal tersebut didukung oleh pendapat Fiqtinovri (2020), yang menyatakan kandungan serat kasar seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin mengalami degradasi selama waktu fermentasi oleh ragi roti. Mikroorganisme *S. cerevisiae* yang terdapat pada ragi roti menghasilkan enzim selulolitik selama proses fermentasi yang kemudian memecah dinding sel dan memanfaatkan komponen serat sebagai sumber karbon dalam proses metabolisme. Perombakan dinding sel oleh *S. cerevisiae* dengan cara melonggarkan ikatan baik pada ligno-hemiselulosa maupun ligno-selulosa sehingga kandungan serat kasar berkurang (Klau et al., 2020). Hasil penelitian lain menunjukkan variasi waktu fermentasi menurunkan kadar serat kasar tepung jagung putih. Fermentasi dengan lama waktu perendaman minimal selama 12 jam menurunkan kadar serat kasar tepung jagung putih karena sebagian serat larut yang disebabkan oleh leaching (Aini et al., 2009).

Air

Kandungan air pada bahan pangan sangat menentukan kesegaran dan masa simpan bahan pangan. Kadar air yang tinggi dalam bahan pangan dapat menyebabkan bakteri, kapang dan khamir mudah berkembang sehingga mengakibatkan perubahan mutu pada pangan. Oleh karena itu, dengan mengurangi kadar air pada produk pangan kering seperti tepung menjadikannya lebih awet (Cicilia et al., 2024). Kadar air pada tepung labu kuning hasil fermentasi *S. cerevisiae* ditunjukkan pada Gambar 4 di bawah ini.

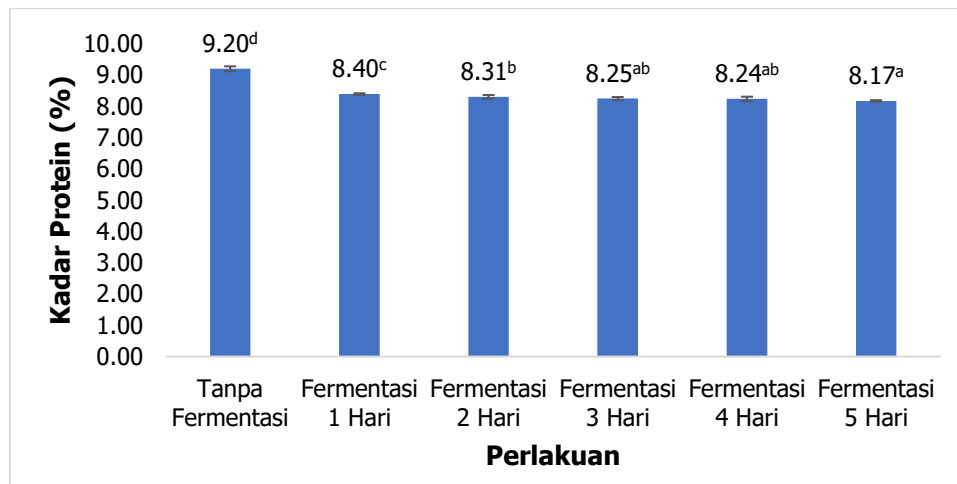


Gambar 4. Kadar Air Tepung Labu Kuning Terfermentasi *S. cerevisiae*

Gambar 4 menunjukkan lama waktu fermentasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar air pada tepung labu kuning. Data tersebut menunjukkan kadar air tepung labu kuning terendah yaitu 6,61% dari perlakuan fermentasi 5 hari; sedangkan tertinggi yaitu 12,01% dari perlakuan tanpa fermentasi. Perlakuan tanpa fermentasi berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan fermentasi selama 1-5 hari. Perlakuan fermentasi 1 hari berbeda nyata dengan perlakuan fermentasi 5 hari, akan tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan fermentasi 2, 3 dan 4. Semakin lama waktu fermentasi menurunkan secara signifikan kadar air dari tepung labu kuning. Penurunan kandungan kadar air pada tepung labu kuning terfermentasi diduga karena proses penguapan air yang tinggi. Selama fermentasi oleh *S. cerevisiae* berlangsung terjadi degradasi pati dalam bahan yang disertai dengan pembentukan gula-gula sederhana dan pelepasan air (Kustyawati, 2013). Semakin lama waktu fermentasi maka semakin meningkat aktivitas enzim dalam mendegradasi pati, sehingga semakin banyak jumlah air terikat yang terbebaskan. Keadaan tersebut memperbesar penguapan air selama proses pengeringan, sehingga kadar air akan semakin menurun (Aulia et al., 2018). Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 3751:2009, syarat mutu kadar air tepung terigu maksimal 14% sehingga kadar air tepung labu kuning dengan fermentasi *S. cerevisiae* telah memenuhi standar mutu SNI.

Protein

Perhitungan kadar protein dalam bahan pangan umumnya dilakukan berdasarkan penentuan kandungan N yang ada di dalam bahan pangan atau yang dikenal dengan metode Kjeldahl. Kadar protein yang ditentukan berdasarkan metode tersebut disebut sebagai kadar protein kasar atau *crude protein* (Tandrianto et al., 2014). Kadar protein pada tepung labu kuning hasil fermentasi *S. cerevisiae* ditunjukkan pada Gambar 5 di bawah ini.



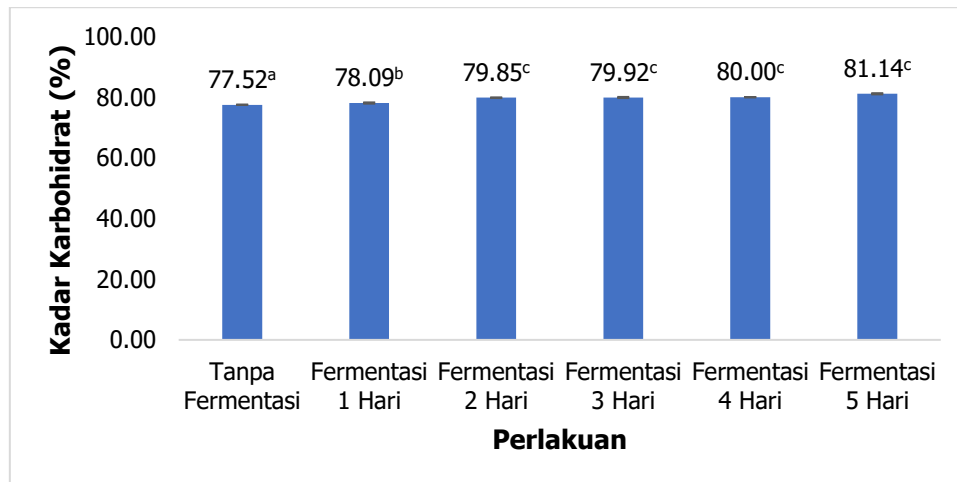
Gambar 5. Kadar Protein Tepung Labu Kuning Terfermentasi *S. cerevisiae*

Gambar 5 menunjukkan lama waktu fermentasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar protein pada tepung labu kuning. Perlakuan tanpa fermentasi berbeda nyata dengan perlakuan fermentasi 1, 2, 3, 4 dan 5 hari. Perlakuan fermentasi 1 hari berbeda nyata dengan perlakuan fermentasi 2, 3, 4 dan 5 hari. Perlakuan fermentasi 2 hari berbeda nyata dengan perlakuan fermentasi 5 hari, akan tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan fermentasi 3 dan 4 hari. Kadar protein tertinggi terdapat pada tepung labu kuning tanpa fermentasi yaitu 9,20%. Penurunan kandungan protein pada tepung labu kuning pada perlakuan fermentasi 1 dan 2 hari diduga karena aktivitas fermentasi dapat menguraikan protein pada labu kuning. Dugaan tersebut sesuai dengan pendapat Sillety et al. (2022) bahwa selama proses fermentasi *S. cerevisiae* menghasilkan enzim protease yang dapat merusak dinding sel labu kuning dan menyebabkan komponen protein yang larut air akan diuraikan menjadi senyawa yang lebih sederhana, sehingga proses perendaman selama fermentasi dapat menurunkan kadar protein pada tepung labu kuning. Perendaman juga menyebabkan pelepasan ikatan protein sehingga membuat penurunan kadar protein pada bahan yang difermentasi. Penelitian lain juga menyebutkan bahwa akumulasi asam-asam organik terutama asam laktat dan asam asetat yang dihasilkan oleh mikroba akan meningkatkan nilai total asam dan menurunkan pH. Asam laktat yang dihasilkan akan terdisosiasi menghasilkan ion H^+ dan $CH_3CHOHCOO^-$. Semakin banyak asam laktat yang dihasilkan dari proses fermentasi, maka semakin besar pula ion H^+ yang terakumulasi sehingga pH semakin rendah (Joan et al., 2022). Kondisi yang semakin asam menyebabkan protein terhidrolisis dan menurunkan kadar protein (Cicilia et al., 2024). Berdasarkan SNI 3751:2009, syarat mutu kadar protein terigu minimal 7% sehingga kadar protein tepung labu kuning dengan fermentasi *S. cerevisiae* telah memenuhi standar mutu SNI.

Karbohidrat

Kadar karbohidrat pada tepung labu kuning hasil fermentasi *S. cerevisiae* ditunjukkan pada Gambar 6. Gambar 6 menunjukkan lama waktu fermentasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar karbohidrat pada tepung labu kuning. Perlakuan tanpa fermentasi berbeda nyata dengan perlakuan fermentasi 1, 2, 3, 4 dan 5 hari. Perlakuan fermentasi 1 hari berbeda nyata dengan perlakuan fermentasi 2, 3, 4 dan 5 hari. Perlakuan fermentasi 2, 3, 4 dan 5 hari tidak berbeda nyata. Kadar karbohidrat terendah terdapat pada tepung labu kuning tanpa fermentasi yaitu 77,52%, sedangkan kadar karbohidrat tertinggi terdapat pada tepung labu kuning dengan fermentasi 5 hari yaitu 81,14%. Terjadi peningkatan kadar karbohidrat pada tepung labu kuning pada lama waktu fermentasi selama 2 hari. Akan tetapi, fermentasi lebih dari 2 hari tidak dapat meningkatkan kadar karbohidrat pada tepung labu kuning. Peningkatan kadar karbohidrat pada tepung labu kuning diduga karena semakin banyak terbentuk monosakarida hasil degradasi metabolisme *S. cerevisiae*. Dugaan tersebut sesuai pendapat Kustyawati et al. (2013), selama proses fermentasi *S. cerevisiae* menguraikan molekul-molekul

karbohidrat menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui serangkaian reaksi metabolik. Aktivitas enzim amilase dan diastase menyebabkan hidrolisis zat pati menjadi bentuk yang lebih sederhana seperti dekstrin, maltose dan gula reduksi (Sari et al., 2024).



Gambar 6. Kadar Karbohidrat Tepung Labu Kuning Terfermentasi *S. cerevisiae*

KESIMPULAN

Lama waktu fermentasi menggunakan *S. cerevisiae* berpengaruh nyata terhadap kecerahan warna (L^*), warna kemerahan (a^*), warna kekuningan (b^*), karoten, serat kasar, kadar air, protein dan karbohidrat tepung labu kuning. Semakin lama fermentasi meningkatkan kecerahan warna, warna kekuningan, kadar karoten dan karbohidrat; serta menurunkan warna kemerahan, serat kasar, kadar air dan protein tepung labu kuning. Lama waktu fermentasi 3 hari merupakan perlakuan terbaik karena menghasilkan tepung labu kuning dengan kecerahan warna 79,04%; warna kemerahan 5,04%; warna kekuningan 40,57%; karoten 1202,7%; serat kasar 10,19%; kadar air 8,43%; kadar protein 8,25% dan kadar karbohidrat 79,92%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Semarang atas pendaan kegiatan ini melalui skim Penelitian Dosen Pemula (PDP) dengan surat perjanjian pelaksanaan penelitian no. 021/USM.H7.LPPM/L/2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., Hariyadi, P., Muchtadi, T. R., & Andarwulan, N. (2009). Hubungan sifat kimia dan rheologi tepung jagung putih dengan fermentasi spontan butiran jagung. *Forum Pascasarjana*, 32(1), 33–43.
- Aisah, A., Harini, N., & Damat, D. (2021). Pengaruh waktu dan suhu pengeringan menggunakan pengering kabinet dalam pembuatan MOCAF (Modified Cassava Flour) dengan fermentasi ragi tape. *Food Technology and Halal Science Journal*, 4(2), 172–191. <https://doi.org/10.22219/fths.v4i2.16595>
- Anggraeni, Y. P., & Yuwono, S. S. (2014). Pengaruh fermentasi alami pada chips ubi jalar (*Ipomoea batatas*) terhadap sifat fisik tepung ubi jalar terfermentasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(2), 59–69. <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/38>.
- AOAC. (2023). *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL (22nd edition)*. Latimer, G. W. (ed.). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.001.0001>

- Aulia, C.L., Suryani, C.L., & A. Setyowati. (2018). Pengaruh variasi lama fermentasi dan penyangraian terhadap sifat fisik dan kimia tepung gari. *Seminar Nasional Inovasi Pangan Lokal untuk Mendukung Ketahanan Pangan* (pp. 29–35). Universitas Mercu Buana Yogyakarta.
- Budiarti, G. I., Wulandari, A., Mutmaina, S., & Sulistiawati, E. (2020). Modifikasi tepung labu kuning menggunakan hydrogen rich water dengan pengering gelombang mikro. *CHEMICA: Jurnal Teknik Kimia*, 7(1), 19–24. <https://doi.org/10.26555/chemica.v7i1.16230>
- Cicilia, S., Basuki, E., Alamsyah, A., Yasa, S. I. W., Unsunnidhal, L., & Nuzuliya, M. J. (2024). Characteristics of millet flour fermented with Bimo CF at different fermentation periods. *Pro Food*, 10(2), 139–148. <https://doi.org/10.29303/profood.v10i2.468>
- de Carvalho, L. M. J., Gomes, P. B., Godoy, R. L. de O., Pacheco, S., do Monte, P. H. F., de Carvalho, J. L. V., Nutti, M. R., Neves, A. C. L., Vieira, A. C. R. A., & Ramos, S. R. R. (2012). Total carotenoid content, α -carotene and β -carotene, of landrace pumpkins (*Cucurbita moschata* Duch): A preliminary study. *Food Research International*, 47(2), 337–340. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.07.040>
- Fiqtinovri, S. M. (2020). Karakteristik kimia dan amilografi mocaf (Modified Cassava Flour) singkong gajah (*Manihot utilissima*). *Jurnal Agroindustri Halal*, 6(1), 49–56. DOI: <https://doi.org/10.30997/jah.v6i1.2162>.
- Herlina, H., Adzim, S., Nafi, A., & Nita, K. (2021). Karakteristik tiwul instan substitusi ubi jalar kuning (*Ipomoea batatas* L.) sebagai sumber β -karoten. *AgriTECH*, 41(2), 184–194. <https://doi.org/10.22146/agritech.43676>.
- Indrianingsih, A. W., Apriyana, W., Rosyida, V. T., Nisa, K., Nurhayati, S., & Cici, D. (2019). Efek pengeringan pada bagian buah labu kuning (*Cucurbita moschata*) terhadap aktivitas antioksidan, sifat kimia dan struktur morfologi. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 13(1), 33–41.
- Joel, D. A. Z., Soeherman, G. P., & Fahrulsyah, F. (2022). Tepung ubi jalar fermentasi. *Jurnal Pengembangan Agroindustri Terapan*, 1(1), 47–52.
- Joy, E.-E., Chidinma, V.-U. E., & Akusu, M. O. (2021). Physicochemical and functional properties of pumpkin (*Cucurbita pepo*) pulp flour and acceptability of its inclusion in cake. *Asian Food Science Journal*, 20(7), 57–71. <https://doi.org/10.9734/afsj/2021/v20i730321>.
- Khohir, A. S., Julianti, E., & Nurminah, M. (2017). Pengaruh metode fermentasi dan pengeringan terhadap mutu fisikokimia tepung ubi jalar oranye. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 5(2), 238–244.
- Klau, R., Enawati, L. S., & Amalo, D. (2020). Efek substitusi jagung giling dengan tepung tongkol jagung hasil fermentasi khamir *Saccharomyces cerevisiae* dalam pakan konsentrat terhadap kandungan protein kasar, serat kasar dan lemak. *Jurnal Peternakan Lahan Kering*, 2(1), 708–716.
- Kumari, N., C. Sindhu, S., Rani, V., Kumari, A., & Varsha, K. (2021). Effect of fermentation on nutrient composition of pumpkin seed flour. *Annals of Agri-Bio Research*, 26(2), 234–237. <https://www.researchgate.net/publication/357887794>.

- Kusbandari, A., & Susanti, H. (2017). Kandungan beta karoten dan aktivitas penangkapan radikal bebas terhadap DPPH (1,1-Difenil 2-Pikrihydrazil) ekstrak buah blewah (*Cucumis melo var. cantalupensis* L) secara spektrofotometri UV-visibel. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Community*, 14(1), 37–42. <https://doi.org/10.24071/jpsc.141562>.
- Kustyawati, M. E., Sari, M., & Haryati, T. (2013). Efek fermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* terhadap karakteristik biokimia tapioka. *AGRITECH*, 33(3), 281–287. <https://doi.org/10.22146/agritech.9549>.
- Linangsari, T., Lestari, E., & Sandri, D. (2022). Pengaruh jenis ragi terhadap aktivitas antioksidan dan kandungan fenolik pada tepung biji talipuk terfermentasi. *Jurnal Agroindustri*, 12(1), 12–20. <https://doi.org/10.31186/j.agroind.12.1.12-20>.
- Millati, T., Udiantoro, & Wahdah, R. (2020). Pengolahan labu kuning menjadi berbagai produk olahan pangan. *SELAPARANG*, 4(1), 306–310. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v4i1.2935>.
- Mozin, F., Nurhaeni, & Ridhay, A. (2019). Analisis kadar serat dan kadar protein serta pengaruh waktu simpan terhadap sereal berbasis tepung ampas kelapa dan tepung tempe. *KOVALEN*, 5(3), 240–251.
- Nurrahman, & Rahayu, A. (2022). Analisis komposisi zat gizi dan antioksidan beberapa varietas labu kuning (*Cucurbita moschata* Durh). *Agrointek*, 16(4), 544–552. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v16i4.12336>.
- Pasca, B. D., Muhandri, T., Hunaefi, D., & Nurtama, B. (2022). Karakteristik fisikokimia tepung singkong dengan beberapa metode modifikasi. *Jurnal Mutu Pangan: Indonesian Journal of Food Quality*, 8(2), 97–104. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2021.8.2.97>.
- Prasetyo, A. B., Tampoebolon, B. I. M., & Nuswantara, L. K. (2022). Kandungan serat kasar, pencernaan serat kasar, dan fermentabilitas bonggol singkong yang difermentasi menggunakan *Aspergillus niger*. *Jurnal Agripet*, 22(2), 204–212. <https://doi.org/10.17969/agripet.v22i2.24805>.
- Pratiwi, I. Y., & Krisbianto, O. (2019). Kandungan gizi, beta karoten dan antioksidan pada tepung pisang tongka langit (*Musa troglodytarum* L.). *Agritech*, 39(1), 48–53. <https://doi.org/10.22146/agritech.32335>.
- Rahardjo, M., Nugroho, K. P. A., & Saibele, G. (2021). Analisis fisik serta sensori kue kering dengan campuran tepung mocaf, oats, dan bekatul. *Teknologi Pangan: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 12(2), 166–173. <https://doi.org/10.35891/tp.v12i2.2357>.
- Ram, S., Mitra, M., Shah, F., Tirkey, S. R., & Mishra, S. (2020). Bacteria as an alternate biofactory for carotenoid production: A review of its applications, opportunities and challenges. *Journal of Functional Foods*, 67, 103867. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103867>.
- Rismaya, R., Syamsir, E., & Nurtama, B. (2018). Pengaruh penambahan tepung labu kuning terhadap serat pangan, karakteristik fisikokimia dan sensori muffin. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 29(1), 58–68. <https://doi.org/10.6066/jtip.2018.29.1.58>.

- Sari, A. R., Putri, A. S., & Gunantar, D. A. (2024). Chemical and antioxidant characteristics of fermented yellow pumpkin flour with variation of microorganisms and fermentation time. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 12(1), 22–30. <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2024.012.01.3>.
- Sari, D. N. (2023). Karakteristik tepung labu kuning (*Cucurbita moschata* D.) dan tepung kedelai lemak penuh (*Glycine max* L.) serta campurannya. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 8(4), 6418–31.
- See, E. F., Nadiah, W. A. W., & Aziah, N. A. A. (2007). Physico-chemical and sensory evaluation of breads supplemented with pumpkin flour. *ASEAN Food Journal*, 14(2), 123–130.
- Silley, L. Polnaya, F. J., & Monilharapon, E. (2022). Karakteristik kimia tepung umbi talas (*Colocasia esculenta*) kultivar Tanimbar. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, 11(1), 48–53. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2022.11.1.48>.
- Storebakken, T., Sørensen, M., Bjerkeng, B., Harris, J., Monahan, P., & Hiu, S. (2004). Stability of astaxanthin from red yeast, *Xanthophyllomyces dendrorhous*, during feed processing: Effects of enzymatic cell wall disruption and extrusion temperature. *Aquaculture*, 231(1–4), 489–500. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.10.034>
- Syahputri, G. A., Julianti, E., & Nurminah, M. (2017). Pengaruh metode dan lama fermentasi terhadap karakteristik fisik tepung ubi jalar oranye. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 5(2), 284–289.
- Tandrianto, J., Mintoko, D. K., & Gunawan, S. (2014). Pengaruh fermentasi pada pembuatan mocaf (Modified Cassava Flour) dengan menggunakan *Lactobacillus plantarum* terhadap kandungan protein. *Jurnal Teknik Pomits*, 3(2), 1–3. <https://doi.org/10.12962/J23373539.V3I2.6497>.
- Tedom, W. D., Fombang, E. N., Ngaha, W. D., & Ejoh, R. A. (2019). Optimal conditions for production of fermented flour from pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) for Infant foods. *European Journal of Nutrition & Food Safety*, 125–136. <https://doi.org/10.9734/ejns/2019/v10i230105>.
- Triyani, A., Ishartani, D., & Dimas, R. A. M. (2013). Kajian karakteristik fisikokimia tepung labu kuning (*Cucurbita moschata*) termodifikasi dengan variasi lama perendaman dan konsentrasi asam asetat. *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(2), 29–38.
- Widyasaputra, R., & Sudarminto, S. Y. (2013). Pengaruh fermentasi alami chips terhadap sifat fisik tepung ubi jalar putih (*Lpomoa batatas* L) terfermentasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 1(1), 78–89.
- Wijaya, F. D., & Wahyono, A. (2018). Pengaruh suhu pengeringan terhadap karakteristik fisiko kimia tepung labu kuning. *Prosiding Implementasi IPTEK dalam Mewujudkan Ketahanan Pangan Nasional* (pp. 72–78). Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture. <https://doi.org/10.25047/agropross.2018.67>.
- Yani, A. V., & Akbar, M. (2018). Pembuatan tepung mocaf (*Modified Cassava Flour*) dengan berbagai varietas ubi kayu dan lama fermentasi. *EDIBLE*, 3(1), 40–48.
- Yanuwardana, Basito, & Dimas, R. A. M. (2013). Kajian karakteristik fisikokimia tepung labu kuning (*Cucurbita moschata*) termodifikasi dengan variasi lama perendaman dan konsentrasi asam laktat. *Jurnal Teknosains Pangan* 75, 2(2), 72–83.