

KAJIAN MUTU KIMIA, MIKROBIOLOGI DAN ORGANOLEPTIK LIMBAH AMPAS TAHU SEGAR DARI SENTRA PRODUKSI KEKALIK, KOTA MATARAM

[Study of Chemical, Microbial and Sensory Quality of Fresh Okara from Kekalik Production Center, Mataram City]

**Baiq Citra Kencanadewi¹, Baiq Rien Handayani^{2✉}, Nazaruddin²,
Elya Antariksana Bachmida²**

¹ Mahasiswa Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram

² Staf Pengajar Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram

ABSTRACT

Okara, or tofu dregs, is a by-product of tofu production that still has fairly high nutritional value. This study aims to assess the chemical, microbiological, and organoleptic quality of fresh tofu pulp waste from the Kekalik production center in Mataram City. A stratified random sampling method was employed, with samples collected from six production locations: Kekalik Kijang, Kekalik Timur 1, Kekalik Timur 2, Kekalik Barat, Kekalik Gerisak 1, and Kekalik Gerisak 2. The results revealed significant differences in pH, protein content, and color perception among the okara samples from various locations ($p < 0.05$). However, water activity value, texture perception, and aroma perception did not differ significantly. The okara samples exhibited high water activity, low pH, and low protein content and tested negative for formaldehyde or borax. Microbiologically, okara samples from Kekalik Gerisak 1 and Kekalik Gerisak 2 exhibited the least microbial contamination (5.9×10^5 CFU/g and 6.6×10^5 CFU/g, respectively), with minimal coliform presence (< 3.0 MPN/g). Organoleptically, panelists tended to prefer brownish-white okara that were slightly mushy and flavorful. Overall, the okara from Kekalik Gerisak 1 was of the highest quality and demonstrated its potential as a safe and valuable food ingredient.

Keywords: Chemical quality, microbiological quality, okara, organoleptic quality, tofu dreg

ABSTRAK

Ampas tahu (okara) adalah produk sampingan dari pembuatan tahu yang masih memiliki nilai gizi yang cukup tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji mutu kimia, mikrobiologis, dan organoleptik limbah ampas tahu segar dari sentra produksi Kekalik, Kota Mataram. Metode *stratified random sampling* digunakan dalam penelitian ini, dengan perlakuan yang mewakili enam lokasi produksi yang berbeda di Kekalik, yaitu Kekalik Kijang, Kekalik Timur 1, Kekalik Timur 2, Kekalik Barat, Kekalik Gerisak 1, dan Kekalik Gerisak 2. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada nilai pH, kadar protein, dan organoleptik warna di antara sampel ampas tahu dari lokasi yang berbeda ($p < 0,05$). Namun, nilai aktivitas air, organoleptik tekstur, dan organoleptik aroma tidak berbeda secara signifikan. Sampel ampas tahu menunjukkan nilai aktivitas air yang tinggi, nilai pH dan kadar protein yang rendah, serta negatif formalin ataupun boraks. Secara mikrobiologis, sampel ampas tahu dari Kekalik Gerisak 1 dan Kekalik Gerisak 2 menunjukkan kontaminasi mikroba terendah ($5,9 \times 10^5$ CFU/g dan $6,6 \times 10^5$ CFU/g, masing-masing) dan keberadaan koliform yang minimal ($< 3,0$ APM/g). Secara organoleptik, panelis cenderung lebih menyukai ampas tahu berwarna putih kecoklatan, bertekstur agak lembek, dan agak beraroma. Secara keseluruhan, Kekalik Gerisak 1 menghasilkan ampas tahu dengan kualitas terbaik dan menunjukkan potensinya sebagai bahan makanan yang aman dan bernilai.

Kata Kunci: Ampas tahu, mutu kimia, mutu mikrobiologi, mutu organoleptik, okara

✉ **Corresponding Author:**
Baiq Rien Handayani
Universitas Mataram
Email: baiqrienhs@unram.ac.id

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



PENDAHULUAN

Tahu merupakan makanan olahan berbahan dasar kedelai yang banyak digemari oleh masyarakat Indonesia karena rasa dan kandungan gizinya yang tinggi (Sikanna, 2016). Pada proses pengolahannya, tahu menghasilkan limbah berupa limbah cair dan limbah padat (Pagoray et al., 2021). Limbah cair berasal dari bekas pencucian dan perendaman kedelai serta air sisa pembuatan dan perendaman tahu, sedangkan limbah padat berupa ampas tahu merupakan hasil sampingan dari penyaringan sari pati kedelai (Supriyo, 2021; Supratiwi et al., 2023). Volume ampas tahu yang dihasilkan dari proses pembuatan tahu mencapai 1,5-2 kali lipat dari jumlah kedelai kering yang digunakan (Sina et al., 2021). Tingginya volume yang dihasilkan berpotensi menyebabkan dampak buruk bagi lingkungan (Damanik et al., 2018). Meski demikian, ampas tahu merupakan limbah padat yang kaya nutrisi dengan kandungan protein 26,6%, lemak 18,3%, dan karbohidrat 41,3% (Asghar et al., 2023; Masyhura et al., 2019). Hal ini disebabkan oleh kandungan nutrisi ampas tahu yang tidak terekstrak semua saat pengolahan, sehingga kandungan protein dan karbohidrat yang dimiliki masih relatif tinggi (Arisanti & Islamiyah, 2020).

Tingginya kandungan protein dan air pada ampas tahu mempercepat pertumbuhan mikroorganisme perusak yang menyebabkan ampas tahu cepat membusuk dan memiliki masa simpan yang tidak lama (Hernaman et al., 2005). Verawati et al. (2019) mencatat bahwa ampas tahu rentan tercemar bakteri seperti *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, dan *Salmonella sp.* Kandungan air yang tinggi menyebabkan ampas tahu mudah mengalami kerusakan (Fillaili et al., 2019), dan kadang terkontaminasi oleh logam dan mikroba (Arisanti & Islamiyah, 2020). Selain potensi cemaran mikroba, ampas tahu juga memiliki risiko terkontaminasi oleh zat kimia berbahaya, seperti boraks dan formalin, yang kerap kali disalahgunakan dalam proses produksi tahu (Claudia et al., 2022). Meskipun begitu, ampas tahu dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar atau campuran dalam pengolahan pangan. Di daerah Istimewa Yogyakarta, Jawa Timur, dan Jawa Tengah, ampas tahu digunakan sebagai bahan pembuatan tempe gembus, sedangkan di Jakarta dan Jawa Barat diolah menjadi oncom merah (Rahayu et al., 2012). Namun, mutu ampas tahu sangat dipengaruhi oleh proses pengolahan tahu dan harus memenuhi standar mutu pangan. Sejauh ini belum ada standar khusus mutu ampas tahu, namun menurut SNI 01-3142-1998 (Badan Standarisasi Nasional, 1998) yaitu standar mutu tahu memiliki bau, rasa, dan warna yang normal, bahan baku harus dalam kondisi baik, tidak busuk dan berjamur, layak digunakan untuk produksi, serta bebas dari bahan kimia yang berbahaya.

Hingga saat ini, belum ada penelitian yang secara khusus membahas atau mengkaji karakteristik ampas tahu yang berasal dari daerah Kekalik. Menurut Disperindag Kota Mataram tahun 2012, terdapat sekitar 580 unit produsen tahu dengan kebutuhan kedelai mencapai 1.243 kg per bulan (Rahayu et al., 2023). Kelurahan Kekalik merupakan salah satu sentra pengolahan tahu dengan 149 produsen yang tersebar di empat lingkungan yaitu Kekalik Jaya (82 unit), Kekalik Timur (18 unit), Kekalik Kijang (15 unit), dan Kekalik Barat (29 unit). Ampas tahu dapat diolah menjadi bahan pangan namun hanya bertahan sekitar 12 jam setelah diproses yang ditandai dengan perubahan aroma. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengkaji mutu kimia, mikrobiologis, dan organoleptik limbah ampas tahu segar dari sentra produksi Kekalik. Hal ini penting dilakukan karena jumlah produsen tahu di Kekalik cukup tinggi dan limbah ampas tahu masih memiliki nilai nutrisi yang potensial untuk dimanfaatkan, namun perlu dipastikan keamanannya melalui analisis menyeluruh. Selain itu, tingginya volume limbah yang dihasilkan juga memiliki potensi besar untuk mencemari lingkungan sekitar apabila tidak ditangani atau dikelola dengan cara yang tepat. Hasil penelitian ini diharapkan mampu mendukung pengelolaan limbah yang berkelanjutan dan mendorong penerapan ekonomi sirkular sesuai dengan tujuan *Sustainable Development Goals*.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel ampas tahu dari pabrik tahu di Kelurahan Kekalik, Kecamatan Sekarbela, Kota Mataram, Provinsi Nusa Tenggara Barat, yang terdiri dari sampel Kekalik Kijang (T1), Kekalik Timur 1 (T2), Kekalik Timur 2 (T3), Kekalik Barat (T4), Kekalik Gerisak 1 (T5) dan Kekalik Gerisak 2 (T6). Bahan yang digunakan antara lain etanol p.a, aquades, CuSO_4 p.a, indikator BCG dan MM, H_2SO_4 pekat p.a, K_2SO_4 p.a, larutan *buffer* fosfat p.a, NaOH 40% p.a, H_3BO_3 3% p.a, media *Plate Count Agar* (PCA), media *Potato Dextrose Agar* (PDA), media *Lauryl Tryptose Broth* (LTB), dan media *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLBB).

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap satu faktor yaitu tempat produksi tahu di sentra produksi Kekalik meliputi: ampas tahu Kekalik Kijang (T1), ampas tahu Kekalik Timur 1 (T2), ampas tahu Kekalik Timur 2 (T3), ampas tahu Kekalik Barat (T4), ampas tahu Kekalik Gerisak 1 (T5) dan ampas tahu Kekalik Gerisak 2 (T6). Metode *sampling* yang digunakan adalah metode *stratified random sampling* dengan ulangan. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 18 kali. Masing-masing sampel pada 6 pabrik tahu diberi perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali, sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Sampel diambil dari produsen tahu menggunakan alat steril lalu disimpan pada suhu ruang selama 6 jam sebelum dilakukan analisis. Penyimpanan ini dilakukan untuk melihat kualitas ampas tahu selama penyimpanan tersebut masih layak atau tidak untuk diolah ke pengolahan selanjutnya, karena berdasarkan hasil wawancara dengan produsen bahwa ampas tahu biasanya mulai menimbulkan bau dalam kurun waktu 12 jam. Peneliti memilih waktu 6 jam sebagai kemungkinan paling lama untuk ampas tahu bertahan dan masih aman untuk bisa digunakan sebagai bahan olahan pangan.

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan metode *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan taraf signifikansi 5% menggunakan Software SPSS Statistik. Analisis data terhadap parameter kimia dan organoleptik dilanjutkan dengan pengujian menggunakan metode Beda Nyata Jujur (BNJ). Sedangkan untuk data parameter mikrobiologis dianalisis menggunakan metode deskriptif. Parameter yang diuji pada penelitian ini adalah parameter kimia, parameter mikrobiologis dan parameter organoleptik.

Parameter kimia meliputi nilai a_w menggunakan a_w meter (Kusnandar et al., 2016), nilai pH menggunakan pH meter (SNI 6989.11:2019), protein menggunakan metode Kjedahl (AOAC, 2023), serta uji formalin dan boraks menggunakan kit Easy Test® (Pandie et al., 2014). Pengujian formalin dilakukan dengan meneteskan Reagen A dan B pada sampel, jika berubah warna menjadi ungu berarti mengandung formalin. Pengujian boraks dilakukan dengan menambahkan reagen asam klorida (HCl) dan kurkumin ke dalam sampel, perubahan warna pada kertas reaksi menjadi merah menunjukkan bahwa sampel tersebut positif mengandung boraks. Parameter mikrobiologis meliputi total mikroba (SNI 7388:2009), total kapang menggunakan metode sebar (*spread plate*) (SNI 01-2986-1992) dan total koliform (SNI 2897:2008).

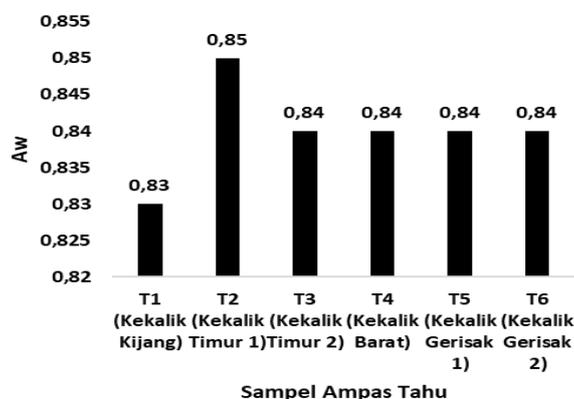
Penilaian uji organoleptik menggunakan metode uji Hedonik dan uji Skoring berdasarkan SNI 01-2346-2006. Panelis pada uji ini terdiri dari 20 orang panelis semi terlatih yang merupakan mahasiswa Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Mataram. Sampel yang akan diuji disiapkan dalam sebuah wadah yang diberi notasi kombinasi angka tiga digit yang dipilih secara acak. Selanjutnya, para panelis mengisi formulir untuk memberikan penilaian terhadap warna, aroma, tekstur dan rasa dari sampel. Rentang angka pada uji Hedonik adalah: 1=sangat tidak suka, 2=Tidak suka, 3=Agak suka, 4=Suka, 5=Sangat suka. Sedangkan rentang angka pada uji Skoring untuk parameter aroma (1=Sangat tidak beraroma, 2=Tidak beraroma, 3=Agak beraroma, 4= Beraroma, 5=Sangat beraroma), parameter warna (1=Sangat putih, 2=Putih kecoklatan, 3= Agak kecoklatan, 4=Kecoklatan, 5=Sangat kecoklatan), dan parameter tekstur (1=Sangat keras, 2=Agak keras, 3=Agak lembek, 4= Lembek, 5=Sangat lembek).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mutu Kimia

Aktivitas Air

Rentang nilai aktivitas air (a_w) limbah ampas tahu Kekalik yang diuji berkisar antara 0,83-0,85 (Gambar 1). Nilai a_w sampel Kekalik Timur 2, Kekalik Barat dan Kekalik Gerisak sebesar 0,84. Sedangkan nilai a_w pada sampel Kekalik Kijang sebesar 0,83, dan Kekalik Timur 1 adalah 0,85. Nilai a_w ini tidak berbeda nyata antar sampel.



Gambar 1. Grafik Nilai a_w Limbah Ampas Tahu Kekalik

Nilai a_w yang tinggi dan tidak berbeda nyata dikarenakan oleh kandungan air yang tinggi pada ampas tahu. Hasil ini tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Fatimatuzzahrah et al. (2024) yang juga menyatakan bahwa nilai a_w pada masing-masing sampel ampas tahu segar di sentra produksi Abian Tubuh Kota Mataram tidak berbeda nyata (0,83-0,84) karena tingginya kadar air ampas tahu yaitu 75-80%. Dinas Peternakan Jawa Timur (2012) juga menyatakan bahwa kadar air ampas tahu segar dapat mencapai 84,5 %. Hal ini sejalan dengan pernyataan Kusnandar (2019) bahwa hubungan antara kadar air dengan a_w adalah semakin tinggi kadar air maka semakin tinggi nilai a_w .

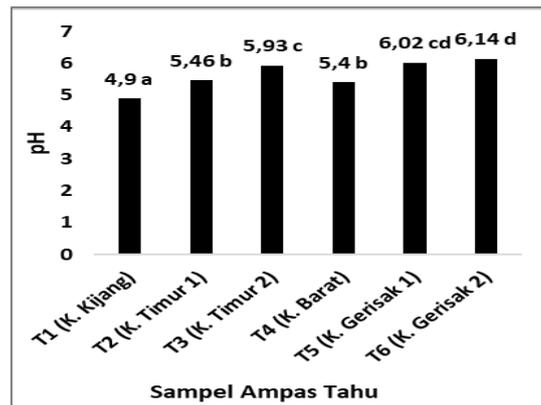
Tingginya kadar air akan meningkatkan nilai a_w yang akan berpengaruh terhadap kerentanan ampas tahu terhadap pencemaran mikroba. Aktivitas air pada ampas tahu Kekalik tergolong tinggi sehingga mudah ditumbuhi oleh mikroba. Wiwiek (2017) menyatakan bahwa ampas tahu mengandung air yang menjadi media pertumbuhan untuk mikroba, sehingga ampas tahu rentan terkontaminasi bakteri. Selain itu, menurut Kusnandar (2019) batas terendah aktivitas air untuk pertumbuhan mikroba diantaranya bakteri (0,91), khamir (0,88), dan kapang (0,80).

Tingkat Keasaman (pH)

Produk pangan dengan nilai pH yang rendah (bersifat asam) memiliki risiko tinggi untuk ditumbuhi mikroba patogen. Pertumbuhan mikroba dipengaruhi oleh tingkat keasaman melalui dua mekanisme yaitu mempengaruhi enzim dan proses transport gizi dari luar ke dalam sel (Yulianti, 2022). Dalam konteks ampas tahu yang kaya nutrisi dan memiliki kadar air tinggi, kedua mekanisme ini sangat relevan. Nilai pH yang tidak sesuai dapat menghambat aktivitas enzim dan transport nutrisi, sehingga mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme. Hasil pengamatan nilai pH limbah ampas tahu sentra produksi Kekalik dapat dilihat pada Gambar 2.

Nilai pH limbah ampas tahu sentra produksi Kekalik berbeda nyata antar sampel dengan rentang nilai 4,9-6,1. Hal ini sejalan dengan penelitian Fatimatuzzahrah (2024) yang menemukan bahwa nilai pH ampas tahu pada sentra produksi Abian Tubuh tidak berbeda nyata dengan rentang nilai pH 4,79-5,91. Nilai pH terendah terdapat pada sampel ampas tahu Kekalik Kijang sebesar 4,9. Sedangkan nilai pH tertinggi terdapat pada sampel ampas tahu Kekalik Gerisak 2 sebesar 6,14. Ketentuan mutu standar tahu putih berkisar antara pH 3-6 (Indrawijaya et al, 2017). Sedangkan ampas tahu dalam kondisi segar memiliki tingkat keasaman (pH) antara 4-5 (Amaro, 2023). Nilai pH pada limbah ampas tahu Kekalik

berkisar 4,9-6,1 yang tergolong asam yang memungkinkan untuk tumbuhnya bakteri. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Cahyono et al. (2018) bahwa pH menjadi faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroba, dimana kondisi optimum pH untuk tumbuhnya bakteri sekitar pH 4,6- 7,0.

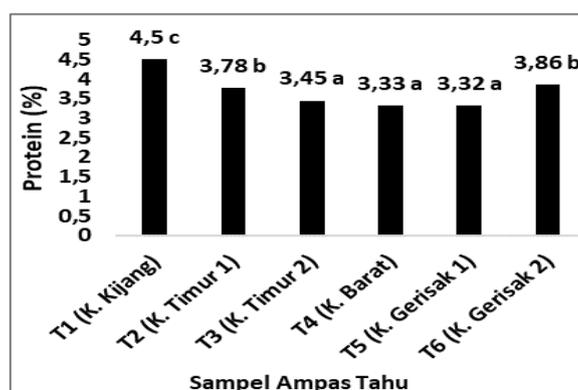


Gambar 2. Grafik Nilai pH Limbah Ampas Tahu Kekalik

Perbedaan nilai pH ampas tahu diduga karena pengaruh waktu penyimpanan ampas tahu selama 6 jam sebelum dilakukan analisis serta lamanya perendaman kedelai saat proses pengolahan pada masing-masing produsen. Sampel ampas tahu pada penelitian ini disimpan selama 6 jam dalam suhu ruang sebelum dilakukan analisis sehingga terjadi penurunan pH menjadi asam. Sejalan dengan penelitian Haloho & Kartinaty (2020) bahwa proses perendaman kedelai menyebabkan penurunan nilai pH karena tahap ini memungkinkan bakteri asam laktat berkembang sehingga terjadi proses pengasaman. Selain itu, lamanya perendaman saat proses pengolahan juga berpengaruh terhadap penurunan pH ampas tahu. Sejalan dengan penelitian Nazarena et al. (2021) bahwa semakin lama proses perendaman yang dilakukan menyebabkan penurunan pH pada tahu.

Protein

Protein merupakan salah satu zat yang terkandung dalam ampas tahu. Kandungan nutrisi ampas tahu yang tidak terekstrak semua saat pengolahan menyebabkan kandungan protein yang dimilikinya masih relatif tinggi (Arisanti & Islamiyah, 2020). Hasil pengamatan kadar protein limbah ampas tahu sentra produksi Kekalik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Nilai Protein Limbah Ampas Tahu Sentra Produksi Kekalik

Berdasarkan grafik pada Gambar 3, limbah ampas tahu Kekalik menghasilkan mutu kimia protein yang berbeda nyata antar sampel. Kadar protein tertinggi terdapat pada sampel ampas tahu Kekalik Kijang sebesar 4,5%. Sedangkan kadar protein terendah terdapat pada sampel ampas tahu Kekalik Gerisak 1 sebanyak 3,3%. Rata-rata kadar protein yang dihasilkan oleh seluruh sampel berkisar 3,3%-

4,5%. Menurut Ginting et al. (2024), kadar protein ampas tahu dapat bervariasi mulai dari 1,32%-7,91%. Variasi kadar protein tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan kadar protein biji kedelai yang digunakan dalam pembuatan tahu (Davy & Vuong, 2020). Menurut Ningrum et al. (2022), retensi protein dari kedelai menjadi ampas tahu adalah sekitar 23%. Selain itu, variasi kadar protein ampas tahu juga dapat disebabkan oleh perbedaan kondisi proses pengolahannya (Coletti et al, 2020).

Selama proses ekstraksi protein dari kedelai untuk menghasilkan tahu, sebagian besar protein larut dalam air dan tertinggal dalam bagian yang menjadi endapan tahu, sementara bagian ampas yang tersisa cenderung mengandung lebih sedikit protein. Semakin lama proses perendaman, nilai protein semakin berkurang karena ikatan dalam struktur protein terlepas dan menyebabkan komponen protein larut dalam air (Haloho & Kartianaty, 2020). Perbedaan nilai protein pada sampel ampas tahu juga dapat terjadi akibat metode proses pengepresan saat menyaring bubur kedelai yang dilakukan oleh produsen tahu. Tahap pengepresan dalam proses penyaringan setiap produsen tahu berbeda-beda, sehingga kadar protein yang dimiliki berbeda-beda pula. Ada produsen yang menggunakan tangan saja dan ada yang menggunakan alat bantu untuk menekan saringannya. Semakin kuat tekanan maka sari yang dihasilkan semakin banyak, sehingga protein akan terekstrak lebih banyak dalam sari kedelai yang akan diolah menjadi tahu dibandingkan bubur kedelai yang akan menjadi ampas.

Formalin

Formalin adalah salah satu jenis zat kimia beracun yang sangat berbahaya bagi kesehatan jika tertelan oleh manusia, karena dapat menimbulkan dampak serius seperti keracunan akut hingga berpotensi menyebabkan kematian (Berliana et al., 2021). Formalin sering disalahgunakan sebagai pengawet dalam makanan yang memiliki kandungan air yang tinggi, salah satunya yaitu ampas tahu. Kandungan formalin dapat ditemukan apabila ampas tahu direndam formalin oleh produsen untuk memperpanjang masa simpan. Nianti & Khasanah (2023) melaporkan bahwa enam sampel tahu putih yang diperoleh dari pasar tradisional di wilayah Kecamatan Batang positif mengandung formalin. Hasil pengamatan formalin pada limbah ampas tahu sentra produksi Kekalik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Formalin pada Ampas Tahu Kekalik

Sampel	Hasil
T1 (Kekalik Kijang)	-
T2 (Kekalik Timur 1)	-
T3 (Kekalik Timur 2)	-
T4 (Kekalik Barat)	-
T5 (Kekalik Gerisak 1)	-
T6 (Kekalik Gerisak 2)	-

Keterangan: (-) = Negatif, (+) = Positif

Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 1, semua sampel ampas tahu sentra produksi Kekalik negatif mengandung formalin. Hal ini terlihat dari tidak terjadinya perubahan warna pada sampel setelah ditambahkan reagen formalin, yang mengindikasikan bahwa tidak terdapat kandungan formalin pada sampel ampas tahu. Hal tersebut ditandai dengan tidak adanya perubahan warna pada sampel setelah ditetesi reagen formalin. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Putra et al. (2020) yang menyatakan bahwa sampel dikatakan negatif formalin apabila sampel tidak mengalami perubahan warna menjadi ungu ketika ditetaskan reagen formalin. Hasil penelitian menggunakan test kit formalin ini sejalan dengan hasil penelitian Wuisan et al. (2020) yaitu tidak adanya perubahan warna pada seluruh sampel tahu di Pasar Tradisional Airmadidi menunjukkan sampel negatif formalin. Tidak terdapatnya kandungan formalin pada sampel ampas tahu sentra produksi Kekalik menunjukkan potensi ampas tahu sentra produksi tersebut sebagai bahan makanan yang aman dikonsumsi dari segi mutu kimia.

Boraks

Boraks adalah bahan tambahan pangan berbahaya yang kerap disalahgunakan sebagai zat pengawet dalam berbagai jenis makanan olahan seperti tahu, bakso, dan nugget (Muthi'ah & A'yun, 2021). Boraks dapat dideteksi dengan perubahan warna merah atau oranye. Zurimi & Assagaf (2023) menemukan kandungan boraks dalam 6 sampel tahu mentah di Pasar Mardika Kota Ambon. Hasil pengamatan boraks pada limbah ampas tahu sentra produksi Kekalik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Boraks pada Ampas Tahu Kekalik

Sampel	Hasil
T1 (Kekalik Kijang)	-
T2 (Kekalik Timur 1)	-
T3 (Kekalik Timur 2)	-
T4 (Kekalik Barat)	-
T5 (Kekalik Gerisak 1)	-
T6 (Kekalik Gerisak 2)	-

Keterangan: (-) = Negatif, (+) = Positif

Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 2, semua sampel ampas tahu sentra produksi Kekalik negatif mengandung boraks. Hal tersebut ditandai dengan tidak terjadinya perubahan warna merah atau oranye pada kertas uji boraks yang telah dicelupkan larutan sampel ampas tahu. Putra et al. (2020) menyatakan bahwa apabila kertas uji boraks berubah warna menjadi warna merah atau oranye, maka dikatakan sampel positif mengandung boraks. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Wahyuningsih & Ruhardi (2022) bahwa seluruh sampel tahu di Pasar Karang Jasi Kota Mataram negatif mengandung boraks karena tidak terjadi perubahan pada kertas uji. Tidak terdapatnya kandungan boraks pada sampel ampas tahu sentra produksi Kekalik menunjukkan potensi ampas tahu sentra produksi tersebut sebagai bahan makanan yang aman dikonsumsi dari segi mutu kimia.

Mutu Mikrobiologi

Mutu mikrobiologi menunjukkan jumlah mikroba, kapang, dan koliform pada sampel ampas tahu. Purata total mikroba, total kapang, dan total koliform dapat dilihat pada Tabel 3. Total mikroba dan total kapang dinyatakan dalam satuan CFU (*colony forming unit*) per gram ampas tahu, sedangkan total koliform dinyatakan dalam satuan APM (Angka Paling Mungkin) per gram ampas tahu.

Tabel 3. Purata Mutu Mikrobiologi Limbah Ampas Tahu Kekalik

Sampel	Total Mikroba (CFU/g)	Total Kapang (CFU/g)	Total Koliform (APM/g)
T1	$5,0 \times 10^6$	$<1 \times 10^2$	>1100
T2	$1,4 \times 10^6$	$<1 \times 10^2$	23
T3	$1,2 \times 10^6$	$<1 \times 10^2$	23
T4	$8,5 \times 10^6$	$<1 \times 10^2$	>1100
T5	$5,9 \times 10^5$	$<1 \times 10^2$	<3,0
T6	$6,6 \times 10^5$	$<1 \times 10^2$	<3,0

Keterangan: T1: Kekalik Kijang; T2: Kekalik Timur 1; T3: Kekalik Timur 2; T4: Kekalik Barat; T5: Kekalik Gerisak 1; T6: Kekalik Gerisak 2

Total Mikroba

Produk pangan memiliki kaitan yang sangat erat dengan pertumbuhan mikroba yang mempengaruhi kualitas dari produk tersebut. Total mikroba merupakan perhitungan jumlah mikroba yang terkandung dalam sampel padat maupun cair maupun padat. Metode yang dilakukan dalam menentukan total mikroba ini melalui pengenceran sampel dengan seri pengenceran (*serial dilution*)

dan inokulasi sampel pada media. Prasasti et al. (2023) menyatakan bahwa jumlah koloni yang tumbuh pada media menunjukkan banyaknya mikroba yang terkandung dalam sampel.

Hasil pengamatan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa sampel ampas tahu Kekalik Barat (T4) dan ampas tahu Kekalik Kijang (T1) memiliki umlah total mikroba tertinggi yaitu masing-masing $8,5 \times 10^6$ CFU/g dan $5,0 \times 10^6$ CFU/g. Tingginya total mikroba pada sampel ampas tahu disebabkan oleh kondisi sanitasi lingkungan tempat pengolahan dan sanitasi pekerja. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan, pekerja tidak menggunakan sarung tangan dan penutup kepala pada saat melakukan pengolahan. Selain itu kondisi tempat pengolahan yang sedikit kotor seperti kurang bersihnya lantai dan ventilasi udara. Wadah tempat penyimpanan ampas tahu menggunakan karung dan kain saring digunakan dicuci setelah satu hari produksi tanpa sabun. Kondisi tersebut dapat menjadi penyebab kontaminasi silang dengan produk yang diolah. Menurut Agustina (2018) pemakaian sarung tangan, masker, serta penutup kepala merupakan pencegahan kontaminasi silang.

Sampel ampas tahu dengan jumlah total mikroba terendah diperoleh dari produsen ampas tahu Kekalik Gerisak 1 dengan nilai $5,9 \times 10^5$ CFU/g. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi, kondisi lingkungan tempat pengolahan dan sanitasi pekerja di produsen ampas tahu Kekalik Gerisak 1 cukup bersih. Pekerja selalu mencuci tangan sebelum dan setelah proses pengolahan. Kondisi tempat pengolahan cukup bersih dengan ventilasi yang baik dan wadah tempat penyimpanan ampas tahu berupa baskom dan kain saring dicuci 1 kali sehari setelah pengolahan menggunakan sabun.

Berdasarkan SNI 7388:2009 tentang batas cemaran mikroba dalam pangan kategori pangan produk-produk kedelai, batas maksimum cemaran mikroba adalah 1×10^4 CFU/g. Berdasarkan hal tersebut, semua sampel ampas tahu Kekalik memiliki jumlah total cemaran mikroba yang melebihi ketentuan SNI yaitu melebihi 1×10^4 CFU/g. Ampas tahu merupakan bahan yang memiliki masa simpan yang pendek karena mudah mengalami pembusukan dan kerusakan. Ampas tahu sebagai hasil sampingan dari proses pembuatan produk tahu memiliki nilai ekonomi yang rendah, mudah mengalami kerusakan, dan memiliki umur simpan yang pendek serta dapat mencemari lingkungan (Fransiska & Deglas, 2017). Kerusakan yang dialami disebabkan oleh tingkat pencemaran mikroba. Pangan akan semakin mudah rusak apabila tingkat pencemaran mikroba pada pangan semakin tinggi (Setiarto, 2020). Beberapa faktor yang menjadi penyebab pertumbuhan mikroba diantaranya adalah kandungan gizi dalam pangan, tingkat keasaman (pH), dan aktivitas air (a_w). Perubahan karakteristik pangan dapat disebabkan oleh mikroorganisme yang tumbuh dalam bahan pangan akibat aktivitas metabolisme dari mikroorganisme itu sendiri (Sa'diyah et al., 2021).

Total Kapang

Berdasarkan Tabel 3, limbah ampas tahu di Kekalik memiliki total kapang sebesar $< 1 \times 10^2$ CFU/g. Kapang pada limbah ampas tahu Kekalik tidak tumbuh banyak atau kurang dari 15 koloni dalam media sehingga dikatakan memiliki cemaran kapang yang rendah. Mutu ampas tahu sentra produksi Kekalik memenuhi syarat mutu kapang sesuai SNI 7388:2009 yaitu maksimal 1×10^4 CFU/g. Kapang pada semua sampel tumbuh sangat rendah, disebabkan oleh kandungan nutrisi yang dimiliki ampas tahu tidak mencukupi untuk tumbuhnya kapang. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Mamuja & Gumolung (2018) bahwa pertumbuhan kapang membutuhkan nutrisi sebagai media tumbuhnya.

Nilai a_w ampas tahu sentra produksi Kekalik sebenarnya mendukung pertumbuhan kapang, tetapi pada penelitian ini tidak terjadi pertumbuhan kapang secara signifikan. Hal ini karena waktu yang dibutuhkan untuk tumbuhnya kapang setelah proses pemasakan tidak mendukung pertumbuhan kapang. Sama halnya dengan waktu penyimpanan ampas tahu pada suhu ruang selama 6 jam sebelum dilakukan analisis, namun kondisi ini tidak mendukung pertumbuhan kapang. Hal ini dikarenakan kapang umumnya membutuhkan waktu yang lebih lama untuk tumbuh secara signifikan. Hal ini sejalan dengan penelitian Ahmad & Gholib (2017) bahwa data cemaran kapang pakan ternak yang dikoleksi dari Banten, Lampung dan Jakarta ada yang menghasilkan jumlah koloni kapang pada sampel ampas tahu sebesar 0 CFU/gram.

Total Koliform

Koliform merupakan bakteri yang mengindikasikan bahwa suatu bahan pangan memiliki tingkat sanitasi yang rendah. Koliform merupakan petunjuk adanya polusi kotoran (feses) dan menjadi penunjuk adanya kondisi sanitasi yang buruk terutama pada sanitasi air (Kusuma et al., 2017). Total koliform pada ampas tahu Kekalik Kijang dan ampas tahu Kekalik Barat menunjukkan koliform terbanyak yaitu sebesar >1100 APM/g, sampel ampas tahu Kekalik Timur 1 dan ampas tahu Kekalik Timur 2 sebesar 23 APM/g, serta sampel ampas tahu Kekalik Gerisak 1 dan ampas tahu Kekalik Gerisak 2 menunjukkan total koliform terendah sebesar <3,0 APM/g.

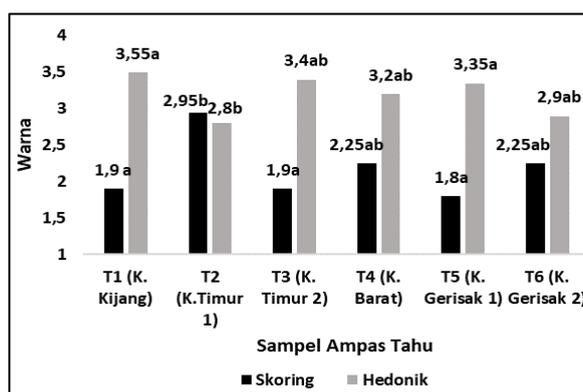
Bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri koliform yang menjadi petunjuk dari adanya cemaran fekal (Arnia & Warganegara, 2012). Berdasarkan SNI 01-3142-1998 bahwa batas cemaran bakteri *Escherichia coli* sebesar 10 APM/g. Ampas tahu sendiri telah melalui proses pemasakan yang kemungkinan besar bakteri *Escherichia coli* telah mati karena pemanasan. Bakteri tersebut dapat mati pada suhu pemanasan 60°C selama 30 menit (Fahrurriza & Surati, 2020).

Tingginya cemaran bakteri koliform pada pada sampel ampas tahu disebabkan karena tingkat sanitasi proses pengolahan dan sanitasi pekerja yang rendah serta wadah tempat penampungan ampas tahu yang kurang higienis. Produsen ampas tahu Kekalik Kijang dan Kekalik Barat menggunakan air sumur dan air keran pada proses pengolahannya, sedangkan ampas tahu Kekalik Timur 1, Kekalik Timur 2, Gerisak 1 dan Gerisak 2 hanya menggunakan air keran. Penggunaan air sumur dapat menjadi penyebab adanya cemaran bakteri koliform. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Widiyanto et al. (2015) menghasilkan seluruh sampel air sumur gali pada 21 sampel tidak memenuhi syarat secara mikrobiologi dilihat dari jumlah bakteri koliform.

Mutu Organoleptik

Warna

Warna merupakan salah satu sifat yang paling menarik perhatian konsumen pada produk pangan dan paling cepat memberikan menyukai atau tidak menyukai oleh konsumen (Afrianti et al., 2013). Hasil pengamatan organoleptik warna secara skoring dan hedonik dapat dilihat pada Gambar 4.



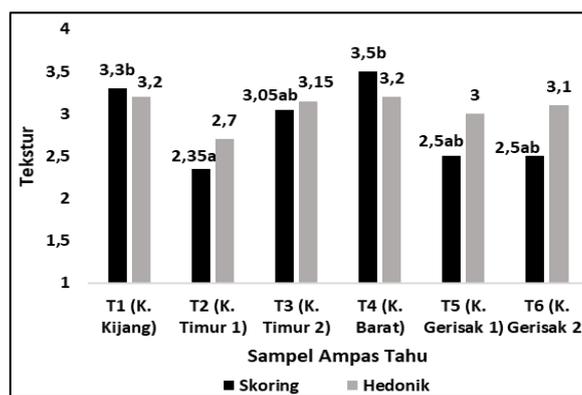
Gambar 4. Grafik Uji Organoleptik Warna Ampas Tahu Kekalik secara Skoring dan Hedonik

Warna ampas tahu sentra produksi Kekalik menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada hasil skoring dan hedonik. Warna ampas tahu secara skoring yang diperoleh pada ampas tahu Kekalik sebesar 1,8-2,95 dengan kategori "putih kecoklatan" dan "agak kecoklatan". Nilai paling tinggi pada sampel ampas tahu Kekalik Timur 1 (agak kecoklatan) dan paling rendah pada sampel ampas tahu Kekalik Gerisak 1 (putih kecoklatan). Perbedaan warna pada ampas tahu dapat disebabkan oleh kedelai yang digunakan oleh produsen dan pengaruh alat-alat pengolahan. Pada penelitian ini, peneliti belum menemukan standar khusus SNI untuk ampas tahu. Dalam hal ini, peneliti menggunakan standar SNI syarat mutu produk tahu. Berdasarkan SNI 01-3142-1998 untuk produk tahu, syarat mutu untuk warna tahu adalah putih normal atau kuning normal. Namun, warna fisik ampas tahu memiliki warna putih

kecoklatan. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sari et al. (2017) yang menyatakan bahwa pasta yang terbuat dari ampas tahu memiliki warna putih kecoklatan karena sifat fisik dari warna ampas tahu adalah putih kecoklatan. Sementara itu, tingkat kesukaan warna ampas tahu secara hedonik diperoleh pada ampas tahu Kekalik sebesar 2,8-3,55 dengan kategori "agak suka" dan "suka". Nilai paling tinggi pada sampel ampas tahu Kekalik Kijang dan paling rendah pada sampel ampas tahu Kekalik Timur 1, menunjukkan bahwa panelis cenderung lebih menyukai ampas tahu berwarna putih kecoklatan.

Tekstur

Tekstur merupakan parameter organoleptik pangan yang dapat berpengaruh terhadap ketertarikan konsumen. Menurut Hariyadi (2022) tekstur pangan merupakan salah satu yang digunakan oleh konsumen untuk menilai mutu dari produk pangan sebagai gabungan dari sifat-sifat bahan pangan yang sensasinya dapat dirasakan oleh lidah dan kulit. Hasil pengamatan uji organoleptik tekstur secara skoring dan hedonik dapat dilihat pada Gambar 5.



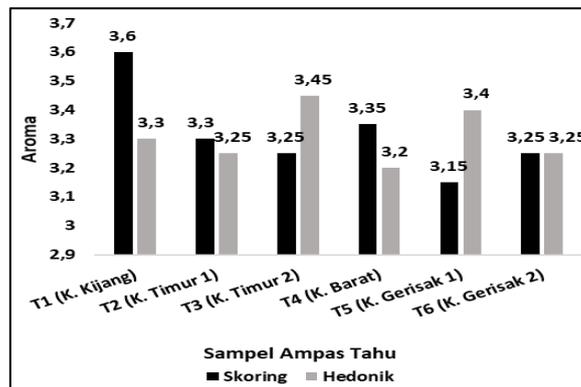
Gambar 5. Grafik Uji Organoleptik Tekstur Ampas Tahu Kekalik secara Skoring dan Hedonik

Berdasarkan grafik pada Gambar 5, tekstur ampas tahu sentra produksi Kekalik berbeda nyata pada hasil skoring, tetapi tidak berbeda nyata terhadap hedonik. Tekstur ampas tahu secara skoring yang diperoleh sebesar 2,35-3,5 dengan kategori "agak keras" dan "agak lembek". Nilai paling tinggi pada sampel ampas tahu Kekalik Barat (agak lembek) dan paling rendah pada sampel ampas tahu Kekalik Timur 1 (agak keras). Tekstur ampas tahu secara hedonik tidak berbeda nyata antar sampel, dimana diperoleh pada ampas tahu Kekalik sebesar 2,7-3,2 dengan kategori "agak suka". Nilai hedonik tertinggi berasal dari Kekalik Kijang dan Kekalik Barat, sedangkan nilai terendah berasal dari Kekalik Timur 1, menunjukkan bahwa panelis cenderung menyukai ampas tahu dengan tekstur yang agak lembek.

Ampas tahu merupakan pangan dengan kadar air sedang atau pangan semi basah, sehingga ampas tahu memiliki tekstur yang lunak. Tekstur agak lunak pada ampas tahu dikarenakan kadar air yang masih tinggi pada ampas tahu. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan Midayanto & Yuwono (2014) bahwa tingginya kadar air tahu di wilayah Malang menyebabkan tekstur menjadi lunak. Unzilairrizqi & Rizkiyani (2022) juga menyatakan bahwa kadar air yang terkandung dalam bahan dapat menentukan tekstur dimana tekstur akan menjadi semakin lunak apabila kadar air semakin banyak. Hal ini juga berlaku untuk nilai Aw ampas tahu, dimana semakin tinggi nilai Aw maka tekstur ampas tahu semakin lunak. Ampas tahu sentra produksi memiliki nilai Aw rata-rata 0,83-0,85, sehingga ampas tahu termasuk makanan semi basah dan memiliki tekstur yang lembek atau lunak. Hal ini sejalan dengan pernyataan Basuki et al. (2013) yang menyatakan bahwa makanan semi basah mengandung nilai a_w 0,6-0,9, dengan 10-40% kadar air dan tekstur plastis.

Aroma

Aroma merupakan salah satu alat ukur sensorik yang umumnya digunakan untuk menilai kualitas dari produk pangan (Fatimatuazzahrah, 2024). Hasil pengamatan uji organoleptik aroma secara skoring dan hedonik dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Uji Organoleptik Aroma Ampas Tahu Kekalik secara Skoring dan Hedonik

Berdasarkan grafik pada Gambar 6, aroma ampas tahu sentra produksi Kekalik tidak berbeda nyata pada hasil skoring maupun hedonik. Aroma ampas tahu secara skoring yang diperoleh pada ampas tahu Kekalik sebesar 3,15-3,6 dengan kategori "agak beraroma" dan "beraroma", sedangkan untuk aroma ampas tahu secara hedonik memiliki rentang nilai sebesar 3,2-3,45 dengan kategori "agak suka" dan "suka". Pada penelitian ini, peneliti belum menemukan standar khusus SNI untuk ampas tahu. Dalam hal ini, peneliti menggunakan standar SNI syarat mutu produk tahu. Berdasarkan SNI 01-3142-1998 untuk produk tahu, syarat mutu untuk aroma tahu adalah normal. Hal ini juga terlihat dari kecenderungan panelis yang lebih menyukai ampas tahu yang agak beraroma daripada yang beraroma.

Tingginya kadar air yang terkandung di dalam ampas tahu dapat menimbulkan aroma yang tidak sedap. Amaro et al. (2023) menyatakan bahwa bau yang tidak sedap dari ampas tahu dapat timbul akibat kadar airnya yang tidak dikurangi sehingga tidak bisa diolah lebih lanjut. Ampas tahu semakin lama membentuk unsur amonia (NH_3) yang menimbulkan bau busuk (Fatimatuazzahrah, 2024). Selain itu, ampas tahu memiliki aroma khas dari kedelai yaitu bau langu (Putri & Nita, 2018).

KESIMPULAN

Produsen ampas tahu sentra produksi Kekalik menghasilkan ampas tahu dengan nilai aktivitas air yang tinggi, nilai pH dan kadar protein yang rendah, serta negatif formalin ataupun boraks. Secara mikrobiologis, sampel ampas tahu dari Kekalik Gerisak 1 dan Kekalik Gerisak 2 menunjukkan kontaminasi mikroba terendah ($5,9 \times 10^5$ CFU/g dan $6,6 \times 10^5$ CFU/g, masing-masing) dan keberadaan koliform yang minimal ($<3,0$ MPN/g). Secara organoleptik, panelis cenderung lebih menyukai ampas tahu berwarna putih kecoklatan, bertekstur agak lembek, dan agak beraroma. Secara keseluruhan, Kekalik Gerisak 1 menghasilkan ampas tahu dengan kualitas terbaik dan menunjukkan potensinya sebagai bahan makanan yang aman dan bernilai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Lurah Kekalik, Kota Mataram, Provinsi Nusa Tenggara Barat, yang sudah membantu dalam perijinan penyediaan sampel.

DAFTAR PUSTAKA

Afrianti, M., Dwiloka, B., & Setiani, B. E. (2013). Perubahan warna, profil protein, dan mutu organoleptik daging ayam broiler setelah direndam dengan ekstrak daun senduduk. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(3), 116-120.

- Agustina, L. (2018). Upaya peningkatan penerapan sanitasi pada industri pangan skala kecil. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 43(3), 246-254. <https://doi.org/10.31602/zmip.v43i3.1474>.
- Ahmad, R. Z., & Gholib, D. (2017). Cemarap kapang pada pakan sapi dan uji *in vitro* silih terhadap pertumbuhan kapang *Aspergillus flavus*. *Jurnal Veteriner*, 18(3), 453-460. <http://dx.doi.org/10.19087/jveteriner.2017.18.3.453>.
- Amaro, M., Ariyana, M. D., Rahayu, T. I., Handayani, B. R., & Nazaruddin. (2023). Upaya peningkatan nilai ekonomis ampas tahu dengan pelatihan pembuatan tempe ampas tahu. *Jurnal Pepadu*, 4(1), 158-164. <https://doi.org/10.29303/pepadu.v4i1.2264>.
- 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>.
- Arisanti, D., & Islamiyah, S. A. (2020). Pemanfaatan ampas tahu untuk pembuatan sosis nabati oleh siswa SMKN 4 Gorontalo Utara Kabupaten Gorontalo. *Jurnal Ilmiah Pangabdhi*, 6(2), 69-73. <https://doi.org/10.21107/pangabdhi.v6i2.7764>.
- Arnia, A., & Warganegara, E. (2012). Identifikasi kontaminasi bakteri *Coliform* pada daging sapi segar yang dijual di pasar sekitar kota Bandar Lampung. *Majority*, 26(4), 101-108. <https://repository.lppm.unila.ac.id/1400/1/6-Arnia.pdf>.
- Asghar, A., Afzaal, M., Saeed, F., Ahmed, A., Ateeq, H., Shah, Y. A., Islam, F., Hussain, M., Akram, N., & Shah, M. A. (2023). Valorization and food applications of okara (soybean residue): A concurrent review. *Food Science & Nutrition*, 11(7), 3631-3640. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3363>.
- Badan Standarisasi Nasional. (1992). SNI 01-2986-1992 – Dodol. Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. (1998). SNI 01-3142-1998 – Tahu. Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. (2006). SNI 01-2346-2006 – Petunjuk pengujian organoleptik dan atau sensori. Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). SNI 2897:2008 – Metode pengujian cemaran mikroba dalam daging, telur dan susu, serta hasil olahannya. Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. (2009). SNI 7388:2009 – Batas maksimum cemaran mikroba dalam pangan. Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). SNI 6989.11:2019 – Air dan air limbah – Bagian 11: Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan pH meter. Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Basuki, W. W., Atmaka, W., & Muhammad, D. R. A. (2013). Pengaruh penambahan berbagai konsentrasi gliserol terhadap karakteristik sensoris, kimia dan aktivitas antioksidan getuk ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*). *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(1), 115-123. <https://jurnal.uns.ac.id/teknosains-pangan/article/view/4286>.
- Berliana, A., Abidin, J., Salsabila, N., Maulidia, N. S., Adiyaksa, R., & Siahaan, V. F. (2021). Penggunaan bahan tambahan makanan berbahaya boraks dan formalin dalam makanan jajanan. *Jurnal Sanitasi Lingkungan*, 1(2), 64-71. <https://doi.org/10.36086/salink.v1i2.952>.

- Cahyono, E., Wodi, S. I., & Kota, N. (2018). Aplikasi kitosan kulit udang windu (*Panaeus monodon*). *Jurnal Ilmiah Tindalung*, 4(1), 41–44. <https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/1079696>.
- Claudia, S., Suhada, A., & Hamdani, A. S. (2022). Analisis kandungan boraks dan formalin pada kerupuk kulit sapi yang diproduksi di wilayah Seganteng Kota Mataram Nusa Tenggara Barat. *Pharmaceutical & Traditional Medicine*, 6(1), 8-11. <https://doi.org/10.33651/ptm.v6i1.401>.
- Coletti, A., Attrovio, A., Boffa, L., Mantegna, S., & Cravotto, G. (2020). Valorisation of by-products from soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) processing. *Molecules*, 25(9), 2129. <https://doi.org/10.3390/molecules25092129>.
- Damanik, R. N. S., Pratiwi, D. Y.W., Widyastuti, N., Rustanti, N., Anjani, G., & Afifah, D. N. (2018). Nutritional composition changes during tempeh gembus processing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 116(1), 012026. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/116/1/012026>.
- Davy, P., & Vuong, Q. V. (2020). Soy milk by-product: Its composition and utilisation. *Food Reviews International*, 38(sup1), 147–169. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1855191>.
- Dinas Peternakan Jawa Timur. (2012). Pemanfaatan ampas tahu sebagai pakan unggas. <https://disnak.jatimprov.go.id/web/posts/read/811-pemanfaatan-ampas-tahu-sebagai-pakan-unggas>.
- Fahrurriza, F. R., & Surati. (2020). Gambaran *Escherichia coli* pada air sumur gali. *Jaringan Laboratorium Medis*, 2(1), 1-5. <https://doi.org/10.31983/jlm.v2i1.5273>.
- Fatimatu Zahrah, B. S., Handayani, B. R., Nazaruddin, N., & Bachmida, E. A. (2024). The study of fresh tofu dreg quality from Abian Tubuh production center. *Pro Food*, 10(2), 162-175. <https://doi.org/10.29303/profood.v10i2.409>.
- Fillaili, S., Ningtyias, F. W., & Sulistiyani. (2019). Pengaruh penambahan tepung ampas tahu terhadap kadar protein, kadar serat, kadar air dan daya terima bakso ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Buletin Penelitian Sistem Kesehatan*, 23(4), 215-227. <https://doi.org/10.22435/hsr.v23i4.2604>
- Fransiska, & Deglas W. (2017). Pengaruh penggunaan tepung ampas tahu terhadap karakteristik kimia dan organoleptik kue stick. *Jurnal Teknologi Pangan*, 8(3), 171-179. <https://doi.org/10.35891/tp.v8i2.905>.
- Ginting, E., Elisabeth, D. A. A., Khamidah, A., Rinaldi, J., Ambarsari, I., & Antarlina, S. S. (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(2024), 101175. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101175>.
- Haloho, J. D., & Kartianaty, T. (2020). Perbandingan bahan baku kedelai lokal dengan kedelai import terhadap mutu tahu. *Journal TABARO Agriculture Science*, 4(1), 49–55. <https://ojs.unanda.ac.id/index.php/jtas/article/viewFile/363/295>.
- Hariyadi, P. (2022). Tekstur: Tantangan reformulasi pangan olahan. *Foodreview Indonesia*, 17(7), 22-29.
- Hernaman, I., Hidayat, R., & Mansyur. (2005). Pengaruh penggunaan molases dalam pembuatan silase campuran ampas tahu dan pucuk tebu kering terhadap nilai pH dan komposisi zat-zat makanannya. *Jurnal Ilmu Ternak*, 5(2), 94–99. <https://jurnal.unpad.ac.id/jurnalilmuternak/article/viewFile/2296/2148>.

- Indrawijaya, B., Paradiba, A., & Murni, S. A. (2017). Uji organoleptik dan tingkat ketahanan produk tahu berpengawet kitosan. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM*, 1(2), 1–7. <https://doi.org/10.32493/jitk.v1i2.717>
- Kusnandar, F. (2019). *Kimia Pangan Komponen Makro*. Bumi Aksara.
- Kusnandar, F., Hermeinasari, A., & Adawiyah, D. R. (2016). Pendugaan umur simpan bumbu kuah bakso serbuk dengan metode akselerasi. *Jurnal Mutu Pangan*, 3(1), 10–17. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jmpi/article/view/27568/17656>.
- Kusuma, T. S., Kurniawati, A. D., Rahmi, Y., Rusdan, I. H., & Widyanto, R. M. (2017). *Pengawasan Mutu Makanan*. Universitas Brawijaya Press.
- Lisa, M., Lutfi, M., & Susilo, B. (2015). Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap mutu tepung jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 3(3), 270-279. <https://jkptb.ub.ac.id/index.php/jkptb/article/view/293>.
- Mamuaja, M. N., & Gumolung, D. (2018). Uji tumbuh kapang *Aspergillus niger* pada beberapa media bahan pangan asal Sulawesi Utara. *Fullerene Journal of Chemistry*, 3(2), 44-51. <https://doi.org/10.37033/fjc.v3i2.37>.
- Masyhura, MD., Rangkuti, K., & Fuadi, M. (2019). Pemanfaatan limbah ampas tahu dalam upaya diversifikasi pangan. *Agritech: Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 2(2), 52-54. <https://doi.org/10.30596/agrintech.v2i2.3660>.
- Midayanto, D. N., & Yuwono, S. S. (2014). Penentuan atribut mutu tekstur tahu untuk direkomendasikan sebagai syarat tambahan dalam Standar Nasional Indonesia. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(4), 259-267. <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/98>.
- Muthi'ah, S. N., & A'yun, Q. (2021). Analisis kandungan boraks pada makanan menggunakan bahan alami kunyit. *BIO-SAINS: Jurnal Ilmiah Biologi*, 1(1), 13-18. <https://jurnal.uia.ac.id/biosains/article/view/1565>.
- Nazarena, Y., Malahayati, N., & Priyanto, G. (2021). Pengaruh perendaman kedelai terhadap mutu sari kedelai. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 6(2), 3866-3877. <http://dx.doi.org/10.33772/jstp.v6i2.16123>.
- Nianti, M. R. M., & Khasanah, K. (2023). Identifikasi kandungan boraks dan formalin pada tahu putih yang beredar di Pasar Tradisional Kecamatan Batang. *Jurnal Medika Hutama*, 4(4), 3488-3495. <https://www.jurnalmedikahutama.com/index.php/JMH/article/view/637>.
- Ningrum, A., Wardani, D. W., Vanidia, N., Sarifudin, A., Kumalasari, R., Ekafitri, R., Kristanti, D., Setiaboma, W., & Munawaroh, S. H. (2022). In silico approach of glycinin and conglycinin chains of soybean by-product (okara) using papain and bromelain. *Molecules*, 27(20), 6855. <https://doi.org/10.3390/molecules27206855>.
- Pagoray, H., Sulistyawati, S., & Fitriyani, F. (2021). Limbah cair industri tahu dan dampaknya terhadap kualitas air dan biota perairan. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 9(1), 53-65. <https://doi.org/10.36084/jpt.v9i1.312>.
- Pandie, T., Wuri, D. A., & Ndaong, N. A. (2014). Identifikasi boraks, formalin dan kandungan gizi serta nilai tipe pada bakso yang dijual di lingkungan perguruan tinggi di Kota Kupang. *Jurnal Kajian Veteriner*, 2(2), 183–192. <https://ejournal.undana.ac.id/index.php/JKV/article/view/1003>.

- Prasasti, A., Oktafiani, D, Kasiyati, M., Widyastuti, N. E., Kawitantri, O. H., Susilawati, N. M., Wulandari, E. Y., Warella, J. C., Apriyani, & Bria, M. (2023). *Mikrobiologi dan Parasitologi*. Sada Kurnia Pustaka.
- Putra, I. H., Setyawan, B., & Ulfa, R. (2020). Identifikasi formalin dan boraks pada produk bakso di Kecamatan Banyuwangi. *Jurnal Teknologi Pangan dan Ilmu Pertanian*, 2(3), 21-31.
- Putri, V. D., & Nita, Y. (2018).** Uji kualitas kimia dan organoleptik pada nugget ayam hasil substitusi ampas tahu. *Jurnal Katalisator*, 3(2), 135–144.
- Rahayu, E. S., Rahayu, S., Sidar, A., Puwardi, T., & Rochdyanto, S. (2012). *Teknologi Proses Produksi Tahu*. Kanisius.
- Rahayu, T. I., Ariyana, M. D., Amaro, M., Handayani, B. R., & Widyastuti, S. (2023). Pelatihan pengeringan limbah ampas tahu untuk meningkatkan nilai ekonomis ampas tahu. *Jurnal Pepadu*, 4(1), 142-146. <https://doi.org/10.29303/pepadu.v4i1.2265>.
- Sa'diyah, A., Latumahina, F. S., Anita, Sutrisno, Birahy, D. C., Yusal, M. S., Khairina, A., Raningsih, N. M., Jumiarn, D., Awwanah, M., Meylani, V., Purwanti, E. W., Sari, N. I. P., & Meiyasa, F. (2021). *Dasar-dasar mikrobiologi dan penerapannya*. Widina Bhakti Persada Bandung,
- Sari, N. T., Riayah, P. D., Fasya, N., & Nuryanti, N. (2017). Pengembangan formulasi pasta antiinflamasi piroksikam berbasis ampas tahu dalam pemanfaatan limbah tahu di Purwokerto. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 15(2), 148-154. <https://doi.org/10.35814/jifi.v15i2.505>.
- Setiarto, R. H. B. (2020). *Teknologi pengawetan pangan dalam perspektif mikrobiologi*. Guepedia.
- Sikanna, R. (2016). Analisis kualitatif kandungan formalin pada tahu yang dijual di beberapa pasar di Kota Palu. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 2(2).
- Sina, I., Harwanto, U. N., & Mubarak, Z. R. (2021). Analisis pengolahan limbah padat tahu terhadap alternatif industri pangan sosis (Grade B). *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 5(1), 52-60. <https://doi.org/10.32493/jitk.v5i1.9193>.
- Supratiwi, E., Zulnazri, Z., Hakim, L., Kurniawan, E., & Muhammad, M. (2023). Pembuatan tempe berbahan dasar ampas tahu dengan proses fermentasi dengan menggunakan ragi (*Rhizopus oryzae*). *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 3(1), 129-138. <https://doi.org/10.29103/cejs.v3i1.10219>
- Supriyo, E. (2021). Pengolahan limbah ampas tahu menjadi produk olahan pangan (vegetarian ampas tahu) di Desa Sugihmanik. *Jurnal Pengabdian Vokasi*, 2(2), 136-140. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jpv/article/view/12661>.
- Unzilattirrizqi, Y. E. R., & Rizkiyani, S. S. (2022). Pemanfaatan limbah ampas tahu menjadi bolu batik kukus terhadap tingkat kesukaan. *Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 5(7), 2573-2578. DOI: <https://doi.org/10.54371/jiip.v5i7.720>
- Verawati, N., Aida, N., & Aufa, R. (2019). Analisa cemaran bakteri *Coliform* dan *Salmonella* sp. pada tahu di Kecamatan Delta Pawan. *Jurnal Teknologi Agroindustri*, 6(1), 61-71. <https://doi.org/10.34128/jtai.v6i1.90>
- Wahyuningsih, S., & Ruhardi. (2022). Uji kualitatif kandungan boraks pada tahu yang dijual di Pasar Tradisional Karang Jassi Kota Mataram. *Jurnal Sanitasi dan Lingkungan*, 3(1), 209-215. <https://e-journal.sttl-mataram.ac.id/index.php/jsl/article/view/54>.

- Widiyanto, A. G., Yuniarno, S., & Kuswanto, K. (2015). Polusi air tanah akibat limbah industri dan Limbah rumah tangga. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(2), 246-254. <https://doi.org/10.15294/kemas.v10i2.3388>.
- Wiwiek, W. (2017). Pengaruh macam aktivator terhadap laju dekomposisi tanaman jagung dan kualitas kompos [Skripsi]. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Wuisan, C., Paat, V., Sambou, C., & Tumbel, S. (2020). Identifikasi kandungan formalin pada tahu putih di Pasar Tradisional Airmadidi. *Jurnal Biofarmasetikal Tropis*, 3(1), 17–24. <https://doi.org/10.55724/j.biofar.trop.v3i1.251>.
- Yulianti, R., Muhlishoh, A., Hasanah, L. N., Rosnah, Lusiana, S. A., & Sutrisno, E. (2022). *Keamanan dan Ketahanan Pangan* (N. Sulung & R. M. Sahara, Eds). Global Eksekutif Teknologi.
- Zurimi, S., & Assagaf, F. (2023). Deteksi boraks menggunakan kertas Whatman dengan ekstrak kunyit (*Curcuma longa* Linn) pada tahu di Pasar Mandika Kota Ambon. *Global Health Science*, 8(1), 9-12. <https://doi.org/10.37311/jnj.v3i2.11347>.