

## PERUBAHAN KARAKTERISTIK TEMPE INSTAN SELAMA PENYIMPANAN BERDASARKAN JENIS KEMASAN DAN SUHU

### *Changes in Instant Tempe Characteristics During the Storage Process Based on Packaging Type and Temperature*

Ahmad Thoriq\*, Daffa Khoiris, Dupadi Ciptaningtyas, Lukito Hasta Pratopo

Depertemen Teknik Pertanian dan Biosistem - Fakultas Teknologi Industri Pertanian -Universitas Padjadjaran  
Jl. Ir. Soekarno Km. 21 - Kabupaten Sumedang 45363  
\*Penulis Korespondensi, email: thoriq@unpad.ac.id

Disubmit : 25 Januari 2024

Direvisi : 5 Agustus 2024

Diterima : 25 Desember 2024

#### ABSTRAK

Tempe merupakan makanan olahan yang banyak digemari masyarakat Indonesia karena murah dan manfaatnya bagi kesehatan. Permasalahannya adalah umur simpan tempe yang pendek sehingga tempe harus sesegera mungkin dikonsumsi. Salah satu inovasi produk tempe dengan umur simpan yang lebih lama adalah tempe instan. Penelitian ini bertujuan menganalisis perubahan karakteristik tempe instan yang disimpan pada beberapa variasi suhu dan jenis kemasan yang berbeda. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah ekperimental laboratorium. Perlakuan kemasan yang diamati terdiri atas plastik non-vakum, vakum, dan cup, dengan variasi suhu penyimpanan suhu ruang (24–25°C), suhu kulkas (10–13°C), dan suhu panas 35°C. Jumlah sampel yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu sebanyak 378 sampel tempe instan. Pengukuran dilakukan selama 27 hari penyimpanan. Parameter yang diamati meliputi tekstur, pH, dan kadar air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyimpanan menyebabkan kualitas dan kadar air tempe instan semakin menurun, nilai pH terus mengalami peningkatan, dan waktu fermentasi yang dibutuhkan semakin lama. Kekerasan pada tempe instan selama masa penyimpanan terjadi perubahan yang kecil pada masing-masing perlakuan.

Kata kunci: Fermentasi; Kemasan; Penyimpanan; Tempe Instan

#### ABSTRACT

*Tempe is a processed food that is popular with Indonesian people because it is cheap and has health benefits. The problem is the short shelf life of tempe, so it must be consumed as soon as possible. One of the innovative tempe products with a longer shelf life is instant tempe. This research aims to analyze changes in the characteristics of instant tempe stored at several temperature variations and different types of packaging. The method used in this research is laboratory experimental. The packaging treatments observed consisted of non-vacuum plastic, vacuum, and cups, with variations in storage temperature at room temperature (24 - 25°C), refrigerator temperature (10-13°C), and hot temperature at 35°C. The number of samples required in this research was 378 samples of instant tempe. Measurements were carried out during 27 days of storage. The parameters observed include texture, pH, and water content. The research results show that the longer the storage time causes the quality and water content of instant tempe to decrease, the pH value continues to increase, and the fermentation time required becomes longer. The hardness of instant tempe during the storage period experienced small changes in each treatment.*

*Keywords: Fermentation; Instant Tempe; Packaging; Storage*

## PENDAHULUAN

Tempe merupakan makanan olahan asli Indonesia yang dihasilkan dari fermentasi kedelai menggunakan jamur *Rhizopus oligosporus* (Astawan *et al.*, 2013; Santhirasegaram *et al.*, 2016). Tempe dianggap sebagai sumber protein, vitamin B12, antioksidan, fitokimia dan zat bioaktif lainnya yang baik (Astuti *et al.*, 2000). Selain itu, tempe memiliki nilai gizi yang tinggi, mudah dicerna dan diserap, dapat diterima secara budaya, enak dan mungkin dapat melindungi terhadap diare dan malnutrisi (Nout dan Kiers, 2005).

Fungsionalitas tempe terutama disebabkan oleh adanya senyawa bioaktif yang dikenal sebagai isoflavon (Hashim *et al.*, 2018). Senyawa bioaktif ini dapat memberikan sifat kesehatan seperti antihipertensi, antimikroba, antioksidan, antidiabetes, dan antikanker tergantung pada rangkaian asam amino spesifiknya (Puteri *et al.*, 2018). Fitokimia yang terdapat dalam kedelai dapat bertindak sebagai antioksidan yang melindungi sel manusia dari stres oksidatif yang terkait dengan penuaan dan banyak penyakit kronis termasuk penyakit kardiovaskular, aterosklerosis, hiperkolesterolemia, diabetes, penyakit neurodegeneratif, dan bahkan kanker (Romulo dan Surya, 2021).

Selama proses fermentasi tempe, beberapa peptida bioaktif disintesis (Puteri *et al.*, 2018). Mikroorganisme yang terlibat dalam proses fermentasi berfungsi mensintesis enzim yang menghidrolisis bahan makanan dan berkontribusi pada pengembangan tekstur, rasa, dan aroma produk yang diinginkan (Nout dan Kiers, 2005). Proses fermentasi pada proses pembuatan tempe menyebabkan protein tempe lebih mudah dicerna tubuh, sedangkan asam amino arginin yang meningkat hampir dua kali lipat pada tempe, sangat tinggi manfaatnya bagi kesehatan terutama dalam memperbaiki profil lipid dan diabetes mellitus (Utari *et al.*, 2011).

Meskipun tempe memiliki banyak manfaat bagi kesehatan, namun umur simpan tempe pada suhu ruang cukup pendek, hanya dua hari setelah fermentasi sempurna (Hamzah *et al.*, 2018; Purwanto

dan Rudi, 2018). Hal tersebut menyebabkan tempe harus segera dikonsumsi. Oleh karena itu, diperlukan inovasi produk tempe dengan umur simpan yang lebih lama, salah satunya adalah tempe instan.

Tempe instan merupakan produk tempe yang akan didistribusikan dalam keadaan belum terfermentasi, jadi masih berupa kedelai yang telah diproses dan diberi ragi, kemudian langsung dikemas, sehingga proses fermentasi kedelai dapat dihambat karena kemasan tersebut menutup rapat produk yang membuat produk terhindar dari oksigen. Fermentasi pada tempe instan dilakukan ketika ingin mengonsumsinya dengan cara memberikan lubang pada kemasannya, sehingga kedelai dapat terkena udara dan miselium tempe dapat tumbuh di seluruh bagian kedelai, fermentasi dilakukan selama 48-72 jam. Produk tempe instan ini telah mendapat peringkat 1 Peraih Anugerah Inovasi Indonesia Award tahun 2020 untuk Kategori Anugerah Masyarakat Inovatif atas nama Devita Noti Wijaya (Jawa Tengah) dengan judul Tempe Super Instan (Adit, 2020).

Selama masa penyimpanan tempe instan, akan terjadi perubahan karakteristik karena adanya proses respirasi yang dilakukan oleh kedelai dan jamur *Rhizopus oligosporus*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan karakteristik tempe instan yang disimpan pada beberapa variasi suhu dan jenis kemasan yang berbeda. Perubahan karakteristik fisik yang diamati meliputi tekstur atau kekerasan, kadar air dan pH. Karakteristik tersebut merupakan faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan jamur *Rhizopus oligosporus* (Astawan *et al.*, 2015; Razie dan Widawati, 2018).

## METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pascapanen dan Teknologi Proses, Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran. Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas kacang kedelai sebanyak 40,1 kg, ragi tempe 405 g, plastik bahan LLPDE ketebalan

90 µm sebanyak 270 buah, cup plastik pp 8oz sebanyak 135 buah, dan lid plastik sebanyak 1 gulungan.

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi alat untuk memproduksi tempe dan alat untuk pengujian. Alat-alat untuk produksi tempe terdiri dari drum plastik 200 L, drum perebusan besi 200 L, mesin pemecah kedelai, kompor gas, selang dan regulator gas, ember plastik 80 L, bakul plastik 48,5×48,5×26,5 cm, sasak bambu, timbangan digital (I-2000, Kova, China), sendok makan plastik, mangkok plastik 10,7×4,9cm, sarung tangan plastik, dan *vacuum sealer* (YQ-688, upupin, China). Alat yang digunakan untuk pengujian berupa sifat fisik, mekanik, dan kimia, terdiri atas pH meter (ATC PH-009, China), gelas ukur plastik 200 mL, sendok makan plastik, timbangan digital (I-2000, Kova, China), *tissue*, *hand blender* (HB5010K-GS, Denpoo, Indonesia), wadah alumunium, oven (Model 100 – 800, Memmert, Jerman), neraca analitik (PFB 300-3, Kern, Jerman), desikator, tang crus, spidol, cawan sampel, dan penetrometer.

Perlakuan kemasan yang diamati terdiri atas plastik non-vakum, vakum, dan cup, dengan variasi suhu penyimpanan suhu ruang (24–25 °C), suhu kulkas (10–13 °C) dan suhu panas 35 °C. Jumlah sampel yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu sebanyak 378 sampel tempe instan. Pengukuran dilakukan selama 27 (dua puluh tujuh) hari penyimpanan.

### Pembuatan Tempe Instan

Proses pembuatan tempe instan diawali dengan penyediaan kedelai dengan mutu yang baik, kemudian dilakukan perebusan selama 30 menit dan direndam selama 24 jam. Setelah perendaman kedelai, selanjutnya dilakukan pemecahan biji kedelai menggunakan mesin dan dilanjutkan dengan pengayakan dan pencucian untuk memisahkan kulit ari dari biji kedelai. Biji kedelai yang telah bersih dari kulit ari diletakkan ke dalam wadah dan ditaburi ragi secara merata dengan takaran 1% dari berat kedelai. Tahap akhir dari pembuatan tempe instan adalah pengemasan. Kemasan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kemasan vakum, non-vakum, dan cup.

### Fermentasi Tempe Instan

Fermentasi tempe instan dilakukan selama 48–96 jam sebelum dilakukan pengujian terhadap sifat fisik, mekanik, dan kimia dari tempe instan selama masa penyimpanan berlangsung. Fermentasi dilakukan dengan memberikan lubang pada setiap sisi kemasan agar tempe instan dapat terpapar udara dan proses fermentasi dapat berlangsung.

### Pengujian Karakteristik Tempe Instan

Parameter karakteristik tempe instan yang diamati adalah tekstur atau kekerasan (*hardness*), pH, dan kadar air. Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan penetrometer untuk mengetahui perubahan kekerasan sampel selama masa penyimpanan. Pengujian terhadap pH tempe instan dilakukan dengan menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi. Pengujian pH dilakukan dengan menghomogenkan sampel tempe instan dengan aquades dengan perbandingan 10 g sampel tempe dengan 50 mL aquades. Kemudian larutan tersebut ditambahkan dengan aquades hingga larutan menjadi 100 mL dan diaduk hingga homogen. Setelah itu, diukur pH larutan dengan cara mencelupkan probe pH meter ke dalam larutan.

Pengujian terhadap kadar air tempe instan dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri dengan tahapan sebagai berikut : (1) Timbang sampel sebanyak ±5 g (W) dan dimasukkan ke dalam wadah alumunium yang telah dikeringkan serta diketahui bobotnya (W<sub>2</sub>); (2) Masukkan sampel dan cawan ke dalam oven dan dikeringkan dengan suhu 105°C selama 24 jam; (3) Dinginkan wadah alumunium berisi sampel dan ditimbang (W<sub>1</sub>); (4) Keringkan kembali sampai didapatkan bobot yang konstan (interval ≤ 2 mg). Kadar air dihitung dengan menggunakan Persamaan (1).

$$Ka = \frac{W-(W_1-W_2)}{W} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- Ka = Kadar air (% basis basah)
- W = Berat awal sampel (gr)
- W<sub>1</sub> = Wadah dan sampel kering (gr)
- W<sub>2</sub> = Bobot wadah (gr)

### Pengamatan Hubungan Antar Data

Pengamatan hubungan antar data dilakukan untuk mengetahui hubungan antara parameter pengujian dengan waktu penyimpanan. Parameter yang diamati tersebut terdiri dari sifat fisik (warna), tekstur (*hardness*), dan kimia (pH dan kadar air) tempe instan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perubahan Karakteristik Fisik Tempe Instan Selama Penyimpanan

Perubahan fisik tempe instan akan terjadi selama penyimpanan tempe instan. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, umur simpan tempe instan dipengaruhi oleh suhu dan kemasan yang digunakan. Indikator waktu penyimpanan didasarkan pada kemampuan tempe instan melakukan proses fermentasi sempurna yang

diindikasikan dengan perubahan tempe instan menjadi tempe yang siap dikonsumsi. Penampakan fisik tempe instan berdasarkan kemasan, suhu dan waktu penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa tempe instan setelah disimpan beberapa hari pada berbagai kemasan dan suhu penyimpanan masih menunjukkan penampakan yang baik. Waktu penyimpanan tempe instan pada berbagai kemasan dan suhu penyimpanan memberikan hasil yang berbeda-beda. Tempe instan dengan kemasan vakum bila disimpan pada suhu 12°C dapat mencapai 27 hari, sedangkan bila menggunakan kemasan non vakum dan kemasan cup hanya 15 hari. Penyimpanan tempe instan pada suhu ruang pada berbagai kemasan dapat bertahan selama 5-6 hari, sedangkan bila disimpan pada suhu 35°C hanya dapat bertahan 2 - 4 hari.



Gambar 1. Penampakan fisik tempe instan berdasarkan kemasan, suhu dan waktu penyimpanan: (a) Penyimpanan dalam kemasan vakum selama 6 hari pada suhu 27°C; (b) Penyimpanan dalam kemasan non vakum selama 6 hari pada suhu 27°C; (c) Penyimpanan dalam kemasan cup selama 5 hari pada suhu 27°C; (d) Penyimpanan dalam kemasan vakum selama 27 hari pada suhu 12°C; (e) Penyimpanan dalam kemasan non vakum selama 15 hari pada suhu 12°C; (f) Penyimpanan dalam kemasan cup selama 15 hari pada suhu 12°C; (g) Penyimpanan dalam kemasan vakum selama 4 hari pada suhu 35°C; (h) Penyimpanan dalam kemasan non vakum selama 3 hari pada suhu 35°C; dan (i) Penyimpanan dalam kemasan cup selama 2 hari pada suhu 35°C (Khoiris, 2023)

Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa kemasan dan suhu penyimpanan mempengaruhi umur simpan tempe instan. Semakin rendah suhu penyimpanan maka umur simpan akan semakin lama. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Purwanto dan Rudi (2018) yang menyatakan bahwa semakin rendah suhu penyimpanan menyebabkan laju respirasi semakin rendah. Sedangkan menurut Astawan *et al.* (2015), ketiadaan oksigen dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme perusak dan reaksi-reaksi kimia, sehingga memperpanjang masa simpan produk yang dikemas.

Tempe instan yang disimpan lebih lama dari hasil penelitian ini menyebabkan jamur *Rhizopus oligosporus* mati, yang diindikasikan dengan tidak adanya miselium yang tumbuh pada permukaan biji kedelai dan menghubungkan satu biji kedelai dengan biji kedelai lain sehingga menjadi padatan yang kompak berwarna putih (Winarno *et al.*, 2021). Pertumbuhan miselium juga dapat mengindikasikan keadaan jamur *Rhizopus oligosporus* apakah masih aktif atau tidak. Apabila masih aktif maka miselium dapat tumbuh merata di seluruh bagian tempe (Razie dan Widawati, 2018).

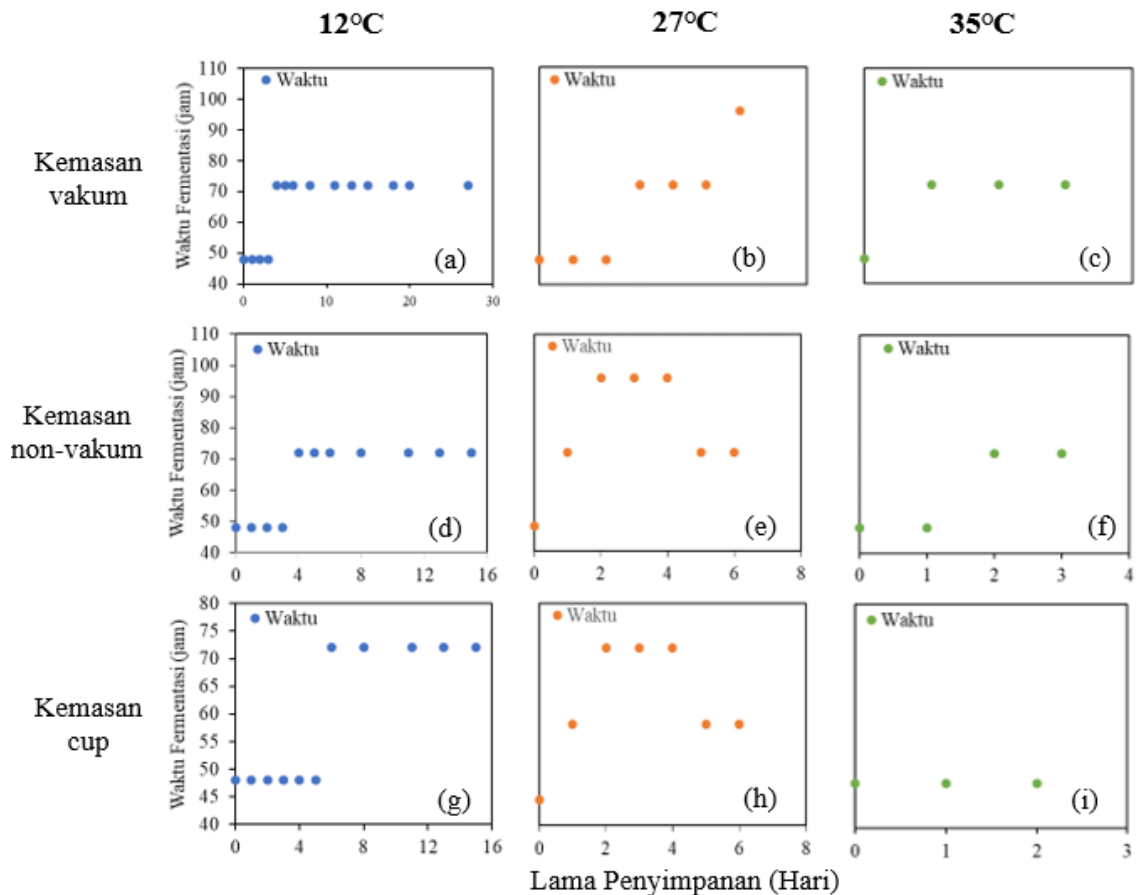
#### **Perubahan Waktu Fermentasi Tempe Instan**

Sebelum dilakukan pengukuran parameter yang telah disebutkan, tempe instan yang telah disimpan pada berbagai variasi suhu dan jenis kemasan selanjutnya dilakukan difermentasi selama 48-96 jam. Waktu penyimpanan tempe instan disesuaikan dengan perubahan karakteristik fisik pada tempe instan. Fermentasi merupakan proses yang dilakukan agar kapang tempe dapat tumbuh dan mengubah kedelai menjadi tempe. Proses fermentasi pada tempe instan dilakukan dengan cara melubangi kemasan tempe instan. Proses pelubangan ini akan memberikan oksigen pada tempe instan sehingga mempercepat pertumbuhan jamur *Rhizopus oligosporus* (Razie dan Widawati, 2018; Wahyudi, 2018). Berdasarkan hasil pengamatan, proses fermentasi tempe instan cukup bervariasi pada masing-masing perlakuan suhu penyimpanan dan

kemasan. Proses fermentasi tempe instan melambat seiring bertambahnya lama masa simpan, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.

Salah satu faktor penting yang dapat memengaruhi proses fermentasi yaitu ragi tempe. Ragi yang baru dan dalam keadaan aktif dapat menghasilkan tempe yang baik dan berpengaruh terhadap pembentukan rasa, aroma dan flavor pada tempe yang akan dihasilkan (Kustyawati *et al.*, 2017). Ragi adalah mikroorganisme sel tunggal eukariotik yang bertindak selama prosedur fermentasi pulque, menyediakan unsur aromatik yang sesuai, aktivitas proteolitik dan lipolitik, menghasilkan karbon dioksida, dan etanol, serta membantu pertumbuhan bakteri dengan memproduksi vitamin, asam amino, dan metabolit lainnya (Sun *et al.*, 2022).

Proses fermentasi tempe instan ketika awal masa penyimpanan (0-3 hari pada suhu 12 °C, 0-2 hari pada suhu 27 °C, dan 0-1 hari pada suhu 35 °C) berlangsung selama 48 jam pada seluruh perlakuan suhu dan kemasan. Waktu fermentasi tersebut sesuai dengan waktu fermentasi yang terjadi di pabrik tempe. Waktu fermentasi 48 jam termasuk dalam fase transisi (30-50 jam) yang merupakan fase dimana terjadi penurunan pertumbuhan jamur, tekstur tempe lebih kompak, dan tempe siap untuk dipasarkan (Sine dan Soetarto, 2018). Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh kondisi ragi yang masih baru sehingga proses fermentasi dapat berlangsung optimal (Kustyawati *et al.*, 2017; Sun *et al.*, 2022; Winarno *et al.*, 2021). Kemudian fermentasi melambat menjadi 72 jam pada hari ke-4 pada suhu 12 °C, hari ke-2 sampai ke-5 pada suhu 27 °C, dan hari ke-2 sampai ke-3 pada suhu 35°C. Fermentasi selama 72 jam termasuk dalam fase fermentasi lanjut (50-90 jam) dan pada fase ini terjadi penurunan pertumbuhan jamur dan terjadi perubahan flavor karena penguraian protein lanjut sehingga dapat terbentuk ammonia (Rizal *et al.*, 2022). Semakin lama proses fermentasi maka akan semakin besar kadar protein terlarutnya dan mencapai kondisi optimum pada 72 jam kemudian terjadi penurunan pada hari berikutnya (Sun *et al.*, 2022; Winarno *et al.*, 2021).



Gambar 2. Perubahan lama waktu fermentasi tempe Instan pada: (a) Kemasan vakum suhu penyimpanan 12°C; (b) Kemasan vakum suhu penyimpanan 27°C; (c) Kemasan vakum suhu penyimpanan 35°C; (d) Kemasan non-vakum suhu penyimpanan 12°C; (e) Kemasan non-vakum suhu penyimpanan 27°C; (f) Kemasan non-vakum suhu penyimpanan 35°C; (g) Kemasan cup suhu penyimpanan 12°C; (h) Kemasan cup suhu penyimpanan 27°C; dan (i) Kemasan cup suhu penyimpanan 35°C (Khoiris, 2023)

### Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu pengujian kimia yang sangat penting karena dapat menentukan kualitas dan ketahanan produk terhadap kerusakan (Ellent *et al.*, 2022). Semakin tinggi kandungan air yang terkandung dalam suatu bahan, maka semakin besar pula kemungkinan kerusakan yang akan terjadi akibat masuknya mikroba perusak (Alegbeleye *et al.*, 2022; Salim, 2017). Selain itu, kadar air juga dapat digunakan sebagai indeks penentu mutu organoleptik terlebih untuk rasa dan keempukan tempe (Syukri *et al.*, 2022). Menurut SNI 3144:2015 (BSN, 2015), kadar air maksimal untuk produk tempe yaitu 65%. Berdasarkan hasil pengukuran, rata-rata kadar air tempe instan selama

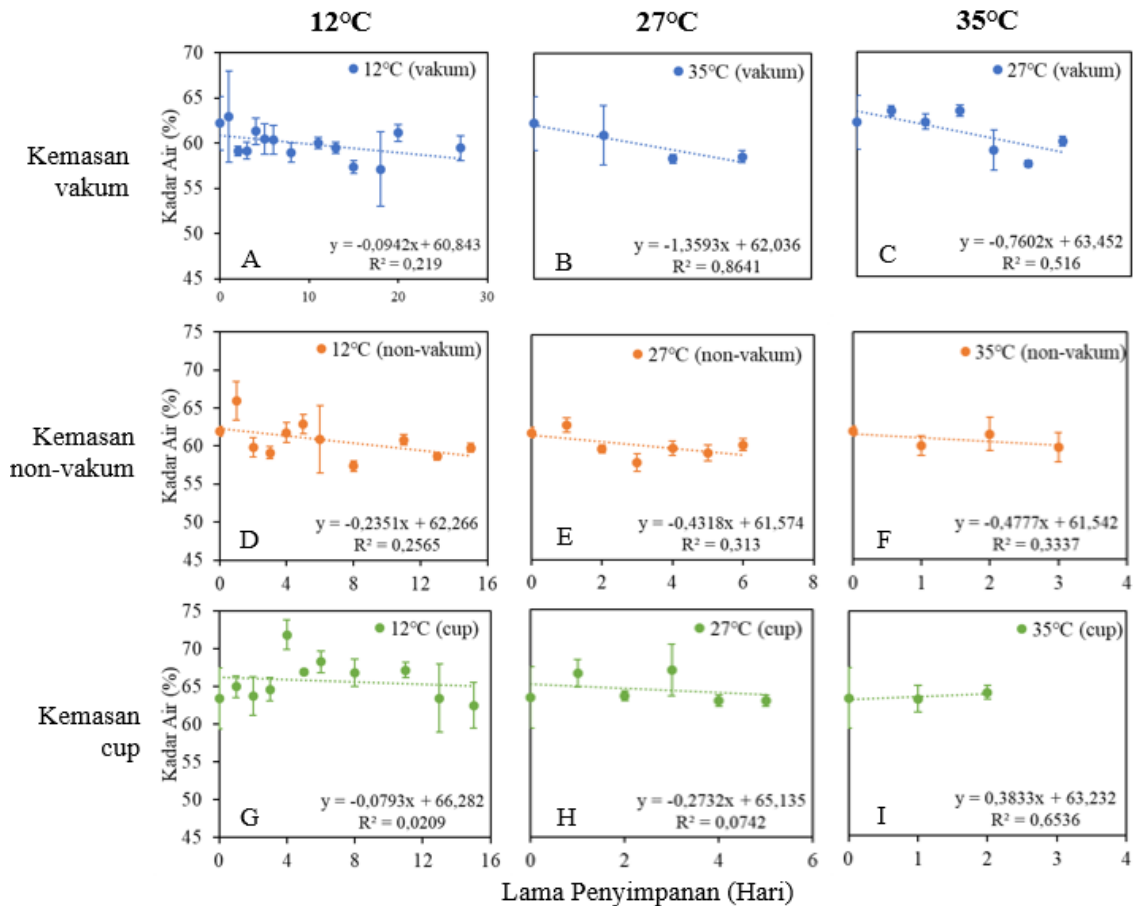
penyimpanan pada kemasan vacuum, kemasan non vacuum, dan kemasan cup secara berurutan adalah  $60,30\% \pm 1,57\%$ ,  $60,65\% \pm 1,22\%$ , dan  $65,06\% \pm 2,09\%$ . Kadar air tempe instan selama masa penyimpanan secara lebih rinci dapat dilihat pada Gambar 3.

Kadar air pada tempe instan menunjukkan tren menurun selama masa penyimpanan berlangsung. Hal tersebut terjadi karena adanya respirasi yang dilakukan kedelai dan jamur *Rhizopus oligosporus* selama penyimpanan. Suhu penyimpanan yang lebih rendah menyebabkan laju respirasi dan penurunan kadar air yang lebih rendah (Purwanto dan Rudi, 2018). Penurunan kadar air dapat juga disebabkan oleh aktivitas pertumbuhan



kapang dalam tempe (Astawan *et al.*, 2013; Ellent *et al.*, 2022) atau perubahan protein tempe menjadi lebih sederhana sehingga daya serap airnya akan berkurang (Sun *et al.*, 2022; Winarno *et al.*, 2021). Air yang terdapat pada kemasan non vakum di bagian

permukaan dalam membuat tempe lebih basah, dimana diketahui jika air meningkat akan berkolerasi dengan peningkatan kadar air dan aktifitas air (aw) (Razie dan Widawati, 2018).



Gambar 3. Perubahan kadar air tempe instan selama masa penyimpanan pada: (a) Kemasan vakum suhu penyimpanan 12°C; (b) Kemasan vakum suhu penyimpanan 27°C; (c) Kemasan vakum suhu penyimpanan 35°C; (d) Kemasan non-vakum suhu penyimpanan 12°C; (e) Kemasan non-vakum suhu penyimpanan 27°C; (f) Kemasan non-vakum suhu penyimpanan 35°C; (g) Kemasan cup suhu penyimpanan 12°C; (h) Kemasan cup suhu penyimpanan 27°C; dan (i) Kemasan cup suhu penyimpanan 35°C (Khoiris, 2023)

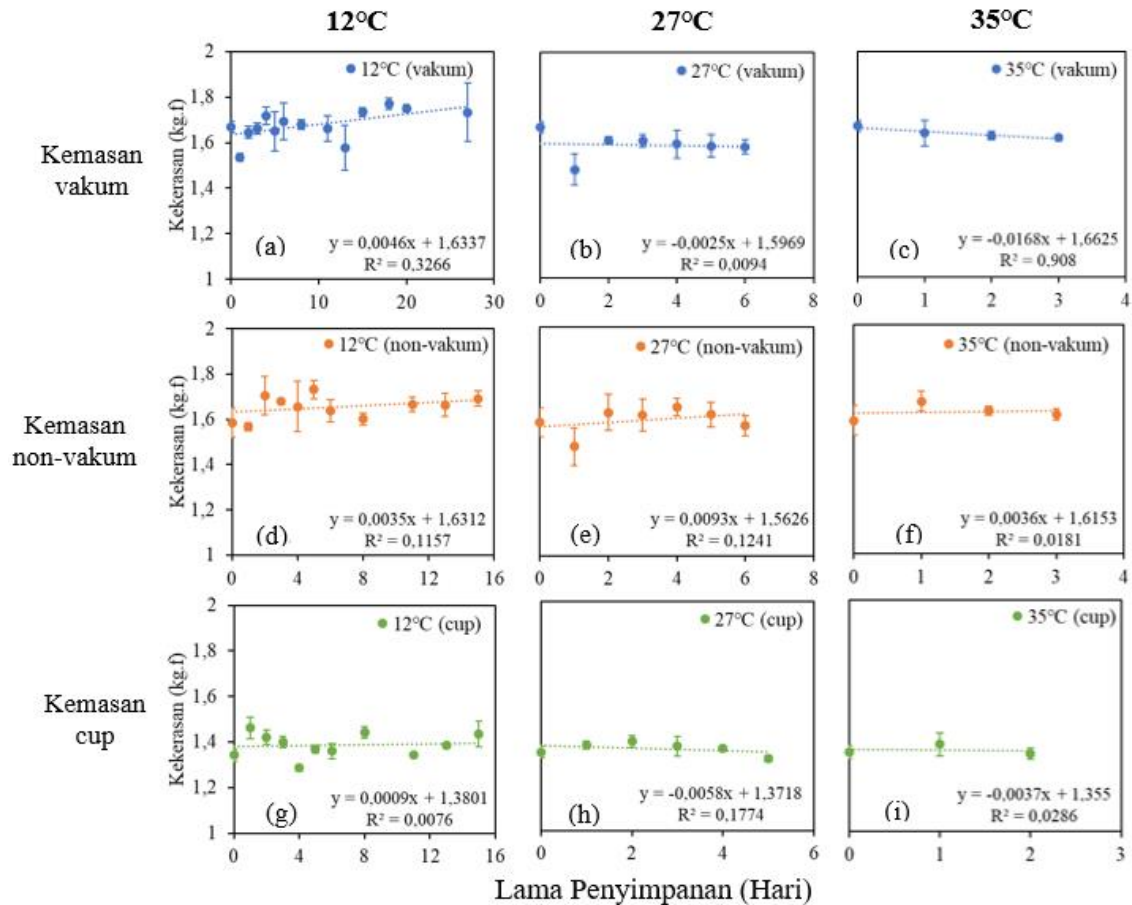
### Kekerasan

Bahan baku kacang kedelai mempengaruhi kekerasan pada tempe. Tempe dari kedelai utuh memiliki daya iris dan kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan tempe dari kedelai pecah kulit (Kusumawati *et al.*, 2020). Selama masa penyimpanan, kekerasan pada produk tempe segar cenderung mengalami peningkatan karena kehilangan air pada tempe semakin bertambah tanpa diikuti dengan terjadinya proses gelatinisasi pati

kedelai sehingga miselium kapang tempe tidak mengalami kehilangan kemampuan untuk membangun jaringan tempe. Hal ini menyebabkan tidak terjadinya proses pelunakan pada tempe selama penyimpanan (Purwanto dan Rudi, 2018). Namun demikian, kekerasan pada tempe bacem cenderung semakin menurun seiring dengan semakin lamanya penyimpanan yang menunjukkan bahwa tempe bacem mengalami pelunakan (Astawan *et al.*, 2015).

Hal berbeda terjadi pada tempe instan, berdasarkan hasil pengukuran kekerasan pada tempe instan selama penyimpanan menunjukkan bahwa kekerasan tempe instan tidak dipengaruhi

oleh lama waktu penyimpanan. Perubahan kekerasan tempe instan selama penyimpanan diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Perubahan kekerasan tempe instan selama masa penyimpanan: (a) Kemasan vakum suhu penyimpanan 12°C; (b) Kemasan vakum suhu penyimpanan 27°C; (c) Kemasan vakum suhu penyimpanan 35°C; (d) Kemasan non-vakum suhu penyimpanan 12°C; (e) Kemasan non-vakum suhu penyimpanan 27°C; (f) Kemasan non-vakum suhu penyimpanan 35°C; (g) Kemasan cup suhu penyimpanan 12°C; (h) Kemasan cup suhu penyimpanan 27°C; dan (i) Kemasan cup suhu penyimpanan 35°C (Khoiris, 2023)

Koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) yang kecil pada grafik Gambar 4 menunjukkan bahwa pengaruh hari penyimpanan (variabel bebas) terhadap kekerasan tempe instan (variabel terikat) rendah atau lemah. Kekerasan pada tempe instan selama masa penyimpanan terjadi perubahan yang kecil pada masing-masing perlakuan. Hal tersebut dapat disebabkan karena dalam penelitian pengukuran kekerasan dilakukan saat miselium kapang tempe masih belum terbentuk dan menyelimuti seluruh permukaan tempe (Laksono *et al.*, 2019).

Penggunaan kemasan dan suhu penyimpanan mempengaruhi kekerasan tempe selama penyimpanan. Kekerasan tempe pada tempe dengan kemasan vakum dan non vakum menunjukkan perbedaan nyata (Razie dan Widawati, 2018), sedangkan kekerasan tempe yang disimpan pada suhu yang lebih tinggi lebih besar dibandingkan dengan tempe yang disimpan pada suhu yang lebih rendah (Purwanto dan Rudi, 2018). Hal tersebut berbanding terbalik dengan karakteristik kekerasan pada tempe instan selama penyimpanan berdasarkan

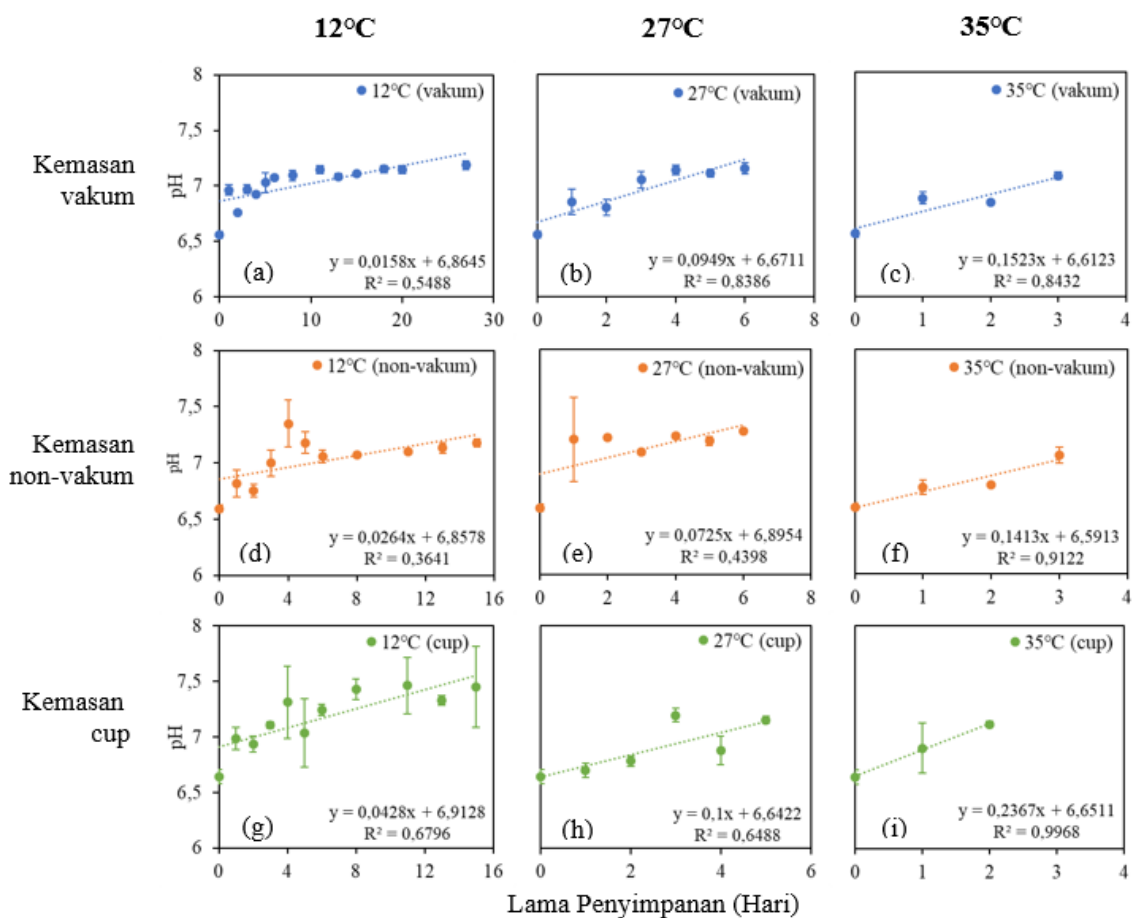


variasi suhu yang berbeda. Kekerasan pada tempe instan yang disimpan pada suhu lebih rendah akan lebih keras dibandingkan dengan kekerasan pada tempe instan yang disimpan pada suhu tinggi. Hal ini karena pada penyimpanan suhu tinggi menyebabkan kapang tempe cepat mengalami kematian dan kedelai mengalami pelunakan.

### pH

Derajat keasaman atau pH merupakan sebuah indikator untuk mengidentifikasi

tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki sebuah zat, larutan atau benda. Nilai pH 7 mengidentifikasi zat memiliki sifat normal, pH > 7 mengidentifikasi zat memiliki sifat basa, serta pH < 7 mengidentifikasi zat memiliki sifat yang asam (Harvyandha *et al.*, 2019). Berdasarkan hasil pengujian, nilai pH tempe instan hasil menunjukkan tren yang meningkat seiring bertambahnya waktu penyimpanan sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Perubahan pH tempe instan selama masa penyimpanan: (a) Kemasan vakum suhu penyimpanan 12°C; (b) Kemasan vakum suhu penyimpanan 27°C; (c) Kemasan vakum suhu penyimpanan 35°C; (d) Kemasan non-vakum suhu penyimpanan 12°C; (e) Kemasan non-vakum suhu penyimpanan 27°C; (f) Kemasan non-vakum suhu penyimpanan 35°C; (g) Kemasan cup suhu penyimpanan 12°C; (h) Kemasan cup suhu penyimpanan 27°C; dan (i) Kemasan cup suhu penyimpanan 35°C (Khoiris, 2023)

Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai pH tempe instan selama masa penyimpanan berkisar antara 6,5 sampai 7,4. Hal tersebut sesuai dengan Astawan *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa pH tempe yang umum

dikonsumsi adalah sebesar 6,5. Berdasarkan hasil pengujian, nilai pH tempe instan cenderung mengalami peningkatan selama masa penyimpanan karena tempe instan dalam kondisi basah dengan kadar air

62,21% basis basah. Kondisi tersebut menyebabkan terjadinya proses fermentasi atau perubahan tempe instan menjadi asam seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan (Hamzah *et al.*, 2018; Sun *et al.*, 2022).

## SIMPULAN

Lama waktu penyimpanan tempe instan dipengaruhi oleh jenis kemasan dan suhu penyimpanan. Tempe instan dapat disimpan lebih lama pada suhu yang lebih rendah. Penggunaan kemasan vakum dan suhu 12 °C dapat menyimpan tempe instan hingga 27 hari, sedangkan pada kemasan non vakum dan kemasan cup hanya 15 hari. Penyimpanan tempe instan pada suhu ruang (27 °C) pada berbagai kemasan dapat bertahan selama 5-6 hari, sedangkan bila disimpan pada suhu 35 °C hanya dapat bertahan 2-4 hari. Hasil pengukuran diperoleh rata-rata kadar air tempe instan selama penyimpanan pada kemasan vakum, kemasan non vakum, dan kemasan cup secara berurutan adalah 60,30%±1,57%, 60,65%±1,22%, dan 65,06%±2,09%. Selama penyimpanan tempe instan, kadar air akan mengalami penurunan, nilai pH meningkat pada kisaran 6,5-7,4, dan terjadi perubahan kekerasan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Audit, A. 2020. Daftar penerima anugerah inovasi dan habibie prize dari Kemenristek. Dilihat 10 September 2023.  
<<https://www.kompas.com/edu/read/2020/11/11/114122871/daftar-penerima-anugerah-inovasi-dan-habibie-prize-dari-kemenristek?page=all>>
- Alegbeleye, -O., Odeyemi, O, -A., Strateva, -M., Stratev, -D., 2022. Microbial spoilage of vegetables, fruits and cereals. *Applied Food Research*. 2(1), 1-16.  
<https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100122>
- Astawan, -M., Nurwitri, -C., Suliantari, Rochim, D, -A., 2015. Kombinasi kemasan vakum dan penyimpanan dingin untuk memperpanjang umur simpan tempe bacem. *Jurnal Pangan*. 24(2), 125-134.  
<https://www.jurnalpangan.com/index.php/pangan/article/view/27>
- Astawan, -M., Wresdiyati, -T., Widowati, -S., Bintari, S, -H., Ichسانی, -N., 2013. Karakteristik fisikokimia dan sifat fungsional tempe yang dihasilkan dari berbagai varietas kedelai. *Jurnal Pangan*. 22(3), 241-252.  
<https://doi.org/10.33964/jp.v22i3.102>
- Astuti, -M., Meliala, -A., Dalais, F, -S., Wahlqvist, -M., 2000. Tempe: A nutritious and healthy food from Indonesia. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. 9(4), 322-325.  
<https://doi.org/10.1046/j.1440-6047.2000.00176.x>
- BSN. (2015). SNI 3144:2015. Badan Standarisasi Nasional.
- Ellent, S, S, -C., Dewi, -L., Tapilouw, M, -C., 2022. Karakteristik mutu tempe kedelai (*Glycine max* L.) yang dikemas dengan klobot. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*. 11(1), 32-40.  
<https://doi.org/10.30598/jagritekno.2022.11.1.32>
- Hamzah, -F., Marniza, Rizal, -S., 2018. Pengaruh konsentrasi *Lactobacillus Acidophilus* dan tepung sagu terhadap umur simpan dan sifat sensori tempe kedelai. *Jurnal Kelitbang*. 2(3), 46-68.
- Harvyandha, -A., Kusumawardani, -M., Rosyid, -A., 2019. Telemetri pengukuran derajat keasaman secara realtime menggunakan raspberry PI. *Jurnal JARTEL*. 9(4), 519-524.
- Hashim, -N., Tai, C, -W., Wen, H, -X., Ismail, -A., & Kong, K, -W., 2018. Comparative evaluation of antioxidant properties and isoflavones of tempeh fermented in two different wrapping materials. *Current Research in Nutrition and Food Science*. 6(2), 307-317.  
<https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.2.06>
- Khoiris, -D. 2023. Pendugaan Umur Simpan Tempe Instan Dalam Berbagai Kemasan dan Suhu Penyimpanan Berdasarkan Model Arrhenius dan Analisis Tekno-Ekonomi Usahanya.

- Universitas Padjadjaran, Bandung
- Kustyawati, M, -E., Nawansih, -O., Nurdjanah, -S., 2017. Profile of Aroma compounds and acceptability of modified tempeh. *International Food Research Journal*. 24(2), 734-740. [http://www.ifrj.upm.edu.my/24%20\(02\)%202017/\(38\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/24%20(02)%202017/(38).pdf)
- Kusumawati, -I., Astawan, -M., Prangdimurti, -E., 2020. Efisiensi proses produksi dan karakteristik tempe dari kedelai pecah kulit production process and characteristic of tempe from dehulled soybean. *Jurnal Pangan*. 29(2), 117-126. <https://doi.org/10.33964/jp.v29i2.492>
- Laksono, A, -S., Marniza, Rosalina, -Y., 2019. Karakteristik Mutu Tempe Kedelai Lokal Varietas Anjasmoro dengan Variasi Lama Perebusan dan Penggunaan Jenis Pengemas. *Jurnal Agroindustri*, 9(1), 8-18. <https://doi.org/10.31186/j.agroind.9.1.8-18>
- Nout, M, J, -R., Kiers, J, -L., 2005. Tempe fermentation, innovation and functionality: Update into the third millenium. *Journal of Applied Microbiology*. 98(4), 789-805. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2004.02471.x>
- Purwanto, -Y., Rudi, -W., 2018. Kualitas tempe kedelai pada berbagai suhu penyimpanan. *Warta Industri Hasil Pertanian*. 35(2), 106-112. [https://doi.org/10.32765/warta\\_ihp.v35i2.4297](https://doi.org/10.32765/warta_ihp.v35i2.4297)
- Puteri, N, -E., Astawan, -M., Palupi, N, -S., Wresdiyati, -T., Takagi, -Y., 2018. Characterization of biochemical and functional properties of water-soluble tempe flour. *Food Science and Technology (Brazil)*. 38, 147-153. <https://doi.org/10.1590/fst.13017>
- Razie, -F., Widawati, -L., 2018. Kombinasi pengemasan vakum dan ketebalan kemasan untuk memperpanjang umur simpan tempe. *Agritepa*. 4(2), 94-107. <https://doi.org/10.37676/agritepa.v5i1>
- Rizal, -S., Kustyawati, M, -E., Suharyono, A, -S., Suyarto, V, -A., 2022. Changes of nutritional composition of tempeh during fermentation with the addition of *Saccharomyces cerevisiae*. *Biodiversitas*. 23(3), 1553-1559. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230345>
- Romulo, -A., Surya, -R., 2021. Tempe: A Traditional fermented food of indonesia and its health benefits. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 26, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100413>
- Salim, -R., 2017. Analisis jenis kemasan terhadap kadar protein dan kadar air pada tempe. *Jurnal Katalisator*. 2(2), 106-111. <https://doi.org/10.22216/jk.v2i2.2531>
- Santhirasegaram, -V., George, D, -S., Anthony, K, -K., Singh, H, K, -B., Saruan, N, -M., Razali, -Z., Somasundram, -C., 2016. Effects of soybean processing and packaging on the quality of commonly consumed local delicacy tempe. *Journal of Food Quality*. 39(6), 675-684. <https://doi.org/10.1111/jfq.12252>
- Sine, -Y., Soetarto, E, -S., 2018. Isolasi dan identifikasi kapang *Rhizopus* pada tempe gude (*Cajanus cajan* L.). *Savana Cendana*. 3(4), 67-68. <https://doi.org/10.32938/sc.v3i04.487>
- Sun, -W., Shahrajabian, M, -H., Lin, -M., 2022. Research progress of fermented functional foods and protein factory-microbial fermentation technology. *Fermentation*. 8(12), 1-32. <https://doi.org/10.3390/fermentation8120688>
- Syukri, -D., Sylvi, -D., & Ramadani, S, -F., 2022. Effect of various cooking methods on quality and sensory characteristics of tempeh made from soybeans and corn. *Andalasian International Journal of Agriculture and Natural Sciences (AIJANS)*. 3(2), 87-113. <https://doi.org/10.25077/aijans.v3.i02.87-113.2022>
- Utari, -D., Rimbawan, Riyadi, -H., Muhilal, Purwastyastuti. 2011. Potensi asam amino pada tempe untuk memperbaiki profil lipid dan diabetes mellitus. *Kesehatan Masyarakat*

- Nasional*. 5(4), 167-170.  
<https://doi.org/10.21109/kesmas.v5i4.137>
- Wahyudi, -A., 2018. Pengaruh variasi suhu ruang inkubasi terhadap waktu pertumbuhan *Rhizopus oligosporus* pada pembuatan tempe kedelai. *Jurnal Agrium*. 3(1), 37-44.  
<https://doi.org/10.31851/redoks.v3i1.2790>
- Winarno, A, D, -A., Cordeiro, -L., Winarno, F, -G., Gibbons, -J., Xiao, -H., 2021. Tempeh: A Semicentennial review on its health benefits, fermentation, safety, processing, sustainability, and affordability. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 20(2), 1717-1767.  
<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12710>