

## Research Article

OPEN  ACCESS

### Penambahan putih telur sebagai peningkat protein pada tempe kedelai

Novitasari Priskalia Puteri\*, Lusiawati Dewi, Anggara Mahardika

Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, Indonesia

Email: novitasaripriskaliaputeri@gmail.com\*, lusiawati.dewi@uksw.edu, anggara.mahardika@uksw.edu

Informasi Artikel	ABSTRACT
Submit: 26 – 03 – 2020 Diterima: 23 – 12 – 2020 Dipublikasikan: 24 – 12 – 2020	<p>Efforts to increase protein in Tempe can provide positive values for native Indonesian food. The amount of remaining egg white in the bread industry can be used in making soybean Tempe. Egg white which is rich in albumin has never been used in the manufacture of soybean tempeh by the producer. This research aims to determine the effect of adding raw and steamed egg whites on the protein content of soybean Tempe. This study used a Completely Randomized Design (CRD) with 3 replications. The concentrations of egg whites used in the research included 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, and 10%. The research instrument used was the observation sheet for protein content using the Lowry method. The research data were dissolved protein content. The data analysis technique used Two Way ANOVA. The results of the research showed that there was no effect of adding raw and steamed egg whites on soybean Tempe protein content (<math>P &gt; 0.05</math>). However, the addition of raw egg whites can increase the protein content of soybean Tempe, compared to steamed egg whites. The conclusion of this research is the addition of raw and steamed egg whites does not have a significant effect on the protein content of soybean Tempe. The right type of egg white flour to increase the protein content of soybean Tempe is raw egg white flour with a protein content of 15.0 per 100 grams.</p> <p><b>Key words:</b> Egg; fermentation; protein; Tempe</p>
Penerbit	ABSTRAK
Program Studi Pendidikan Biologi IKIP Budi Utomo, Malang, Indonesia	Upaya peningkatan protein pada tempe dapat memberikan nilai positif pada pangan asli Indonesia. Berlimpahnya sisa putih telur pada industri roti dapat dimanfaatkan dalam pembuatan tempe kedelai. Putih telur yang kaya akan albumin belum pernah dimanfaatkan pada pembuatan tempe kedelai oleh produsen. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penambahan putih telur mentah dan kukus terhadap kadar protein tempe kedelai. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 ulangan. Konsentrasi putih telur yang digunakan dalam penelitian antara lain 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%. Instrumen penelitian yang digunakan yaitu lembar pengamatan kadar protein dengan metode Lowry. Data penelitian adalah kadar protein terlarut. Teknik analisis data menggunakan Two Way ANOVA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh penambahan putih telur mentah dan kukus terhadap kadar protein tempe kedelai ( $P > 0,05$ ). Akan tetapi, penambahan putih telur mentah dapat meningkatkan kadar protein tempe kedelai, dibandingkan dengan putih telur kukus. Simpulan penelitian adalah penambahan putih telur mentah dan kukus tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar protein tempe kedelai. Jenis tepung putih telur yang tepat untuk meningkatkan kadar protein tempe kedelai adalah tepung putih telur mentah dengan kadar protein sebesar 15,0 per 100 gram.

**Kata kunci:** Fermentasi; protein; telur; tempe



This Edubiotik : Jurnal Pendidikan, Biologi dan Terapan is licensed under a CC BY-SA (Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License)

## PENDAHULUAN

Tempe merupakan salah satu pangan fermentasi asli dari Indonesia dikarenakan tempe dikenal dan dikonsumsi di berbagai daerah di Indonesia (Budhi dan Aminah, 2016). Indonesia merupakan negara produsen tempe terbesar di dunia (Winanti, 2014). Saat ini tempe sudah mulai dikenal di berbagai negara (Budhi dan Aminah, 2016). Badan Standarisasi Nasional Indonesia tahun 2018 melaporkan bahwa tempe dikenal di: Belanda, Belgia, Amerika Serikat, Jepang, Slandia Baru, India, Kanada, Australia, Meksiko, dan Afrika Selatan. Tempe termasuk salah satu bahan pangan pengganti yang kaya akan protein nabati yang terjangkau oleh semua kalangan masyarakat Indonesia (Andayani dan Hambali, 2017). Bukti sejarah menunjukkan bahwa tempe merupakan produk pangan fermentasi yang dibuat masyarakat Jawa dan dikembangkan di daerah Mataram Provinsi Jawa Tengah yang muncul sebelum abad ke 16 (Andayani dan Hambali, 2017). Pada tahun 1875, istilah tempe sebagai kedelai yang terfermentasi dan berbentuk padat yang dikonsumsi dengan cara dipanggang atau digoreng (Limando & Soewito, 2014). Sejarah mengenai tempe diperkuat dari tulisan dalam manuskripsi Serat Centhini yang menyatakan bahwa masyarakat Jawa pada abad ke-16 sudah mengenal tempe istilah tempe disebut sebagai hidangan bernama jae santen tempe sejenis masakan tempe dengan santan dan kadhele tempe srundengan (Andayani dan Hambali, 2017).

Tempe dikenal sebagai pangan kelas sosial ekonomi terendah karena harganya yang murah. Secara status sosial, tempe melekat dengan kemiskinan. Forum Tempe Indonesia (FTI) sebagai organisasi pemerhati tempe ingin mengubah persepsi tempe menjadi makanan trasidional yang membanggakan. Pengakuan *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) terhadap batik yang telah terdaftar pada “*Intangible Cultural Heritage of Humanity*”, memberikan inspirasi untuk mengenalkan tempe ke kancah internasional (Asri, 2018). Tempe memiliki potensi yang sangat besar untuk tercantum dalam daftar tersebut. Upaya tempe didaftarkan sebagai warisan budaya didukung oleh berbagai tokoh dan penggiat tempe di Indonesia.

Tempe termasuk makanan yang mengandung nutrisi dan kandungan fitokimianya baik bagi kesehatan seperti isoflavan dan saponin (Lestari & Mayasari, 2016). Tempe dapat digunakan sebagai makanan yang baik karena mengandung asam amino esensial (Utari et al., 2011). Asam amino yang terdapat di dalam tempe kedelai antara lain *lysine*, *leucine*, *histidine*, *phenylalanine*, *valine*, *glycine* (Utari et al., 2011). Asam amino yang terdapat di dalam tempe cukup tinggi dan lengkap jenisnya, serta mudah dimanfaatkan oleh tubuh, salah satunya yaitu mampu mengatur rasio hormon insulin. Tempe juga mengandung mineral yaitu kalsium, magnesium, zat besi, kalium, natrium, mangan dan tembaga yang penting dibagi metabolisme tubuh manusia (Astawan et al., 2020).

Data rata-rata konsumsi tempe kedelai di Indonesia sebesar 0,146 kg per kapita per minggu. Apabila dibandingkan dengan rata-rata konsumsi tahu sebesar 0,158 kg per kapita per minggu dan ikan sebesar 0,324 kg per kapita per minggu sehingga konsumsi tempe relatif rendah (Kusmana et al., 2017). Permasalahan di atas dapat diselesaikan dengan penambahan protein pada tempe yaitu dengan menambahkan bahan tambahan natural. Masyarakat mulai berusaha untuk meningkatkan permintaan tempe dengan menambahkan bahan tambahan natural yang kiranya dapat meningkatkan kandungan protein pada tempe (Hilalatus, 2018). Namun tetap memperhatikan nilai jual tempe yang masih bisa dijangkau oleh semua kalangan masyarakat Indonesia.

Beberapa penelitian yang telah melakukan peningkatan protein tempe dengan penambahan bahan atau penggantian bahan yaitu mengganti kedelai dengan jagung (Lestari & Mayasari, 2016), kedelai hitam (Nurhidajah, 2010), kacang hijau (Maryam, 2015) dan kacang tanah (Purwaningsih & Wanita, 2013). Penelitian di atas memiliki kelemahan dalam proses perebusan, apabila perebusan tidak

tepat maka tempe tidak akan jadi. Penelitian [Andini et al \(2015\)](#) melaporkan bahwa peningkatan protein tempe yang sudah dilakukan yaitu dengan penambahan tepung belut. Penambahan tepung belut dengan konsentrasi 6% dan 7,5% mampu meningkatkan protein sebesar 8,66-10,11% dari tempe kedelai. Kelemahan dari penelitian ini yaitu harga belut yang cukup tinggi. Oleh karena itu, dalam penelitian ini menggunakan puit telur sebagai bahan peningkat protein pada tempe keledai.

Banyak penelitian yang terfokus dalam peningkatan protein pada tempe dengan penambahan atau penggantian bahan baku pembuatan tempe. Peningkatan protein tempe dengan penambahan protein hewani seperti belut akan menimbulkan aroma tempe yang berubah sehingga hal tersebut menjadi kelemahan dari segi aroma karena tidak semua kalangan dapat mengonsumsi. Berdasarkan masalah tersebut maka pada penelitian ini bahan yang digunakan sebagai peningkat protein tempe adalah putih telur. Banyaknya sisa putih telur dari beberapa industri roti di Salatiga, maka memungkinkan putih telur tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pada pembuatan tempe kedelai.

Telur termasuk bahan pangan hewani yang digunakan sebagai sumber protein hewani yang memiliki mutu yang tinggi. Kandungan protein yang ada di dalam putih telur sebesar 10,5 gram/100 gram ([Syamsiatun dan Siswati, 2015](#)). Kandungan protein berupa asam amino yang ada dalam putih telur dan kuning telur terdistribusi secara seimbang. Putih telur termasuk salah satu bagian dari sebuah telur utuh yang memiliki persentase sekitar 58-60% dari berat telur tersebut serta memiliki dua lapisan yaitu lapisan kental dan lapisan encer ([Agustina et al., 2013](#)). Protein dalam putih telur tersusun atas protein serabut yaitu ovomusin dan protein globuler ([Nurhamdayani, 2016](#)). Dari kandungan protein yang terdapat di dalam putih telur, diharapkan dapat meningkatkan protein pada tempe kedelai. Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan putih telur mentah dan kukus terhadap kadar protein terlarut tempe kedelai. Putih telur dapat diperoleh dari produk sampingan industri roti. Produk sampingan dari industri roti yang berupa putih telur biasanya dijual secara langsung atau dikukus terlebih dahulu. Selanjutnya, putih telur tersebut dijual ke pasar tradisional. Melihat peluang tersebut, maka putih telur yang kaya akan kandungan protein dan termasuk produk sampingan industri dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan protein tempe.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental. Rancangan percobaan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 perlakuan jenis tepung yaitu tepung putih telur mentah dan tepung putih telur kukus. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana pada bulan November s.d Desember 2019. Konsentrasi tepung putih telur yang digunakan pada penelitian ini, yaitu 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% serta masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan tempe adalah kacang kedelai, puit telur ayam boiler, dan ragi tempe. Bahan yang digunakan untuk uji protein adalah kertas saring, tembaga (III) sulfat ( $\text{CuSO}_4$ ), kalium natrium tartrat (K-Na-Tartrat), natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) 0,1 N, natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), reagen Follin, Bovin Serum Albumin (BSA) konsentrasi 300mg/L, *blue tip*, *yellow tip*, dan akuades. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sentrifuge, timbangan digital, labu takar, tabung reaksi, corong, micro-kuvet, HACH DR 2700, vortex, mortar dan pestle, *micro-pipet*.

Tahap pembuatan tepung putih telur dilakukan dengan dua cara yaitu mentah dan kukus. Pembuatan tepung putih mentah dilakukan secara langsung. Diawali dengan putih telur mentah

dikering anginkan, dihaluskan, dan disaring. Sedangkan cara kedua, yaitu dimulai dengan putih telur mentah dikukus terlebih dahulu. Selanjutnya, dipotong tipis dan dikering anginkan, dihaluskan dan disaring.

Tahap penentuan konsentrasi tepung putih telur dilaksakan dengan uji pendahuluan. Konsentrasi yang digunakan dalam uji pendahuluan yaitu 0%, 5%, 10%, dan 20% pada tempe kedelai dengan lama fermentasi 24 jam, 36 jam, dan 48 jam. Parameter yang diamati yaitu pertumbuhan spora jamur dan kecepatan pembusukan tempe putih telur. Setelah dilakukan pengamatan didapatkan pada konsentrasi 20% pertumbuhan spora jamur dan pembusukan berlangsung sangat cepat. Sehingga pada penelitian ini menggunakan tepung putih telur dengan konsentrasi maksimal 10%. Setelah dilakukan uji pendahuluan, penentuan konsentrasi tepung putih telur pada penelitian ini yaitu tepung putih telur dengan konsentrasi sebesar 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% pada tempe kedelai. Penentuan konsentrasi yang paling tepat dan menghasilkan kualitas tempe yang baik, diuji dengan perhitungan persentase dari spora jamur yang muncul pada tempe. Teknik perhitungan spora jamur dilakukan dengan menggunakan bilik hitung. Bilik hitung yang terbuat dari mika plastik yang berisikan kotak-kotak sebanyak 100 yang sudah diberi nomor. Setelah itu membuat undian mulai dari nomor 1 hingga 100. Undian tersebut bertujuan untuk penentuan kotak yang akan diamati. Pengambilan kertas undian sebanyak 30, kemudian kotak yang angkanya muncul pada undian ditandai dan kemudian dihitung jumlah kotak yang menandai titik spora jamur yang muncul pada tempe. Apabila kotak yang menunjukkan titik spora jamur berjumlah kurang dari 9 kotak dari 30 kotak yang diundi, maka kualitas tempe baik, sedangkan titik spora jamur lebih dari 9 kotak dari 30 kotak yang diundi, maka kualitas tempe tidak kayak dikonsumsi.

Tahap pembuatan tempe, yaitu dengan merebus kedelai selama satu jam. Setelah perebusan, dilakukan perendaman selama satu malam. Setelah melewati tahapan perendaman, kulit dari kacang kedelai dikupas. Kacang kedelai dikukus selama 30 menit. Setelah itu, kedelai dibiarkan dingin, apabila sudah dingin dilakukan inokulasi ragi tempe. Sebelum diinokulasi dengan ragi tempe, kedelai dicampur dengan tepung putih telur pada konsentrasi 0%; 2%; 4%; 6%; 8% dan 10%. Kemudian dilakukan pengemasan menggunakan plastik dan dilakukan inkubasi selama tiga hari (3 x 24 jam) pada suhu ruang (27-30°C).

Instrumen penelitian yang digunakan adalah lembar pengamatan kadar protein terlarut dengan satuan mg/ml dan kadar protein terlarut dengan satuan gram/L. Penelitian ini menggunakan pengujian protein terlarut yaitu melalui metode Lowry. Metode Lowry banyak digunakan untuk mengukur protein terlarut secara sederhana. Metode ini telah ditetapkan untuk kualifikasi protein sehingga konsentrasi sampel yang tidak diketahui akan dihitung menggunakan kurva standar yang telah disiapkan menggunakan seri standar Bovin Serum Albumin/BSA ([Deepachandi et al., 2020](#)). Metode Lowry merupakan metode pengembangan dari metode Biuret. Reaksi yang terlibat pada metode Lowry yaitu kompleks Cu (II) protein akan terbentu sebagaimana pada metode Biuret, dalam suasana alkalis Cu (II) akan tereduksi menjadi Cu (I). Ion dari Cu<sup>+</sup> akan mereduksi reagen Folin, kompleks *phosphomolibdat-phosphotungstat* (*phosphomolybdate-phosphotungstate*) dan menghasilkan *hetero-polymolybdenum blue*. *Heteropolymolybdeum blue* terbentuk akibat adanya reaksi oksidasi gugus aromatic terkatais Cu yang memberikan warna biru intensif yang dapat dideteksi secara kolorimetri. Kekuatan warna biru yang dihasilkan, tergantung pada kandungan residu *tyrosine* dan *tryptophan* ([Redmile-Gordon et al., 2013](#)).

Pengukuran kadar protein terlarut menggunakan metode Lowry, yaitu sebagai berikut. Sampel yang akan diuji yaitu putih telur, kedelai, tempe kedelai, tempe tepung putih telur, dan jenis tepung putih telur. Jenis tepung putih telur terdiri atas 2 perlakuan, yaitu perlakuan I (mentah) dan II (kukus).

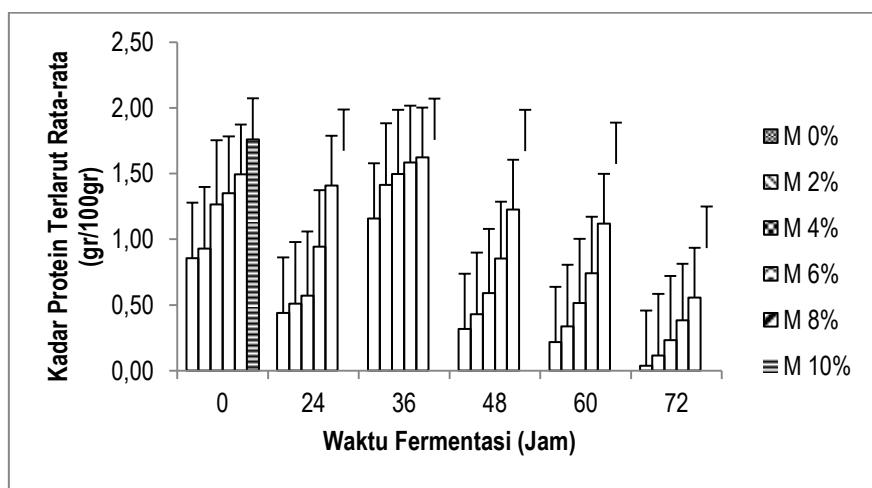
Sedangkan tempe putih telur yang diambil berdasarkan waktu jam ke-0, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, dan 48. Selanjutnya, tahap pembuatan larutan yang dibagi menjadi 2 tahap yaitu larutan Lowry A dan larutan Lowry B. Lowry A hanya terdiri dari reagen Folin. Sedangkan Lowry B terdiri dari Na-carbonat 2% dalam NaOH 0,1 N, Tembaga (II) sulfat, dan Na-K-tartar 2%. Pembuatan Lowry B diawali dengan pembuatan larutan NaOH 0,1 N. Kemudian Na-karbonat dilarutkan dalam larutan NaOH 0,1 N hingga volume menjadi 100 ml. Setelah itu ditambahkan larutan Na-K-tartrat 2%, dicampur sampai merata dan ditambahkan larutan Tembaga (II) sulfat sedikit demi sedikit.

Tahap pembuatan larutan stok dan larutan standar menggunakan Bovin Serum Albumin (BSA). BSA ditimbang sebanyak 0,0075 gram. Kemudian dilarutkan dengan akuades sebanyak 25 ml dalam labu ukur. Sehingga larutan stok yang dibuat memiliki konsentrasi 300 mg/L. Konsentrasi dalam pembuatan kurva standar BSA yaitu 0 mg/L, 25 mg/L, 75 mg/L, 150 mg/L, 225 mg/L, dan 300 mg/L. Tahap pengukuran larutan standar untuk kurva standar dengan konsentrasi 0 mg/L, 25 mg/L, 75 mg/L, 150 mg/L, 225 mg/L, dan 300 mg/L. Larutan standar pada masing-masing konsentrasi, diambil sebanyak 0,5 ml, kemudian ditambahkan Lowry B sebanyak 4 ml, diinkubasi selama 5 menit. Kemudian ditambahkan reagen Folin sebanyak 0,5 ml dan divortex. Setelah itu diinkubasi selama 3 menit dan diukur dengan alat spektrofotometer HACH DR2700 pada panjang gelombang 600 nm.

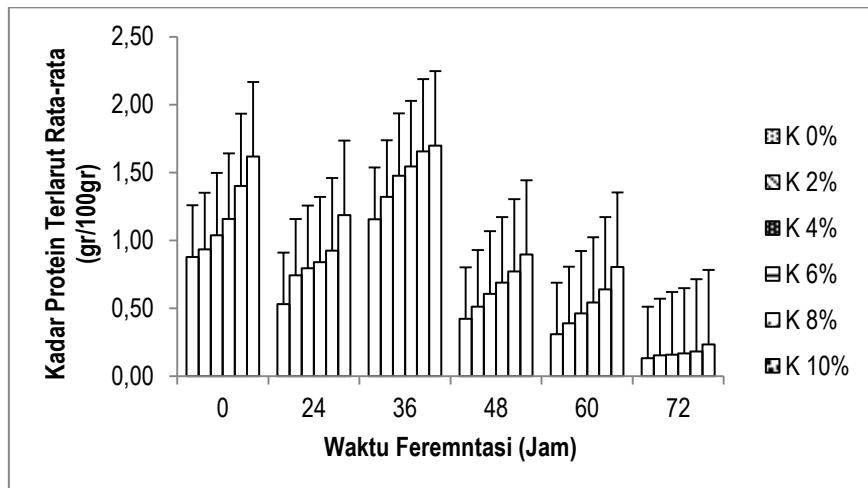
Tahap pengukuran protein terlarut pada sampel sebagai berikut. Sampel tempe sebanyak 1 gram dilarutkan dengan akuades sebanyak 9 ml. Kemudian dihaluskan menggunakan mortar. Larutan sampel didiamkan selama 10 menit dalam kondisi dingin. Protein dalam sampel yang telah mengendap disentrifuge dengan kecepatan 5000 rpm selama 10 menit, kemudian supernatan ditampung dalam wadah dan dibekukan. Larutan sampel yang siap uji, diambil sebanyak 0,5 ml, kemudian ditambahkan Lowry B sebanyak 4 ml, diinkubasi selama 5 menit. Kemudian ditambahkan reagen Folin sebanyak 0,5 ml dan divortex. Setelah itu diinkubasi selama 3 menit dan diukur dengan alat spektrofotometer HACH DR2700 pada panjang gelombang 600 nm. Data protein terlarut yang telah didapatkan kemudian dianalisis menggunakan Two Way Anova.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis uji kadar protein terlarut pada kurva standar yang dibuat menggunakan Bovin Serum Albumin (BSA) pada putih telur mentah (M) dari aspek waktu fermentasi dapat dilihat pada [Gambar 1](#). Sedangkan, pada putih telur telur kukus (K) dapat dilihat pada [Gambar 2](#).

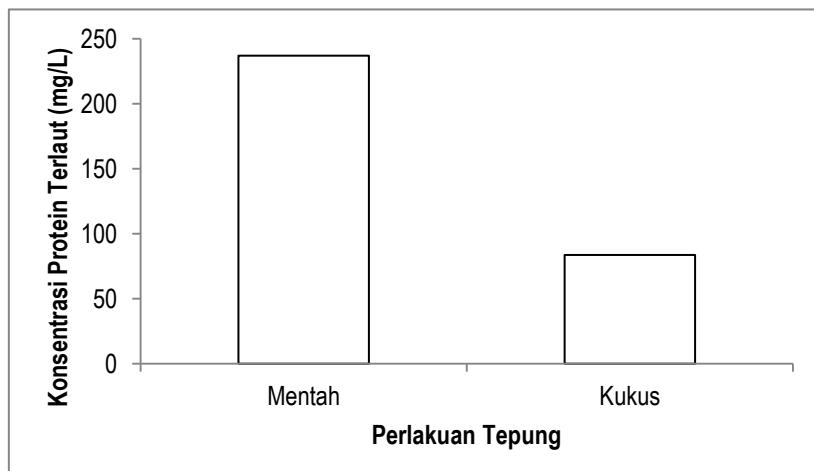


Gambar 1. Kadar Protein Terlarut Tempe Putih Telur Mentah (M) terhadap Waktu Fermentasi  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2019)



Gambar 2. Kadar Protein Terlarut Tempe Putih Telur Kukus (K) terhadap Waktu Fermentasi  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2019)

Gambar 1 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa aspek lama waktu fermentasi mempengaruhi kadar protein terlarut yang dihasilkan. Pada Gambar 1 dan Gambar 2 terlihat bahwa kadar protein terlarut yang dihasilkan berdasarkan lama waktu fermentasi memiliki pola penurunan. Pola penurunan kadar protein ini berhubungan dengan aktivitas *Rhizopus* sp.. Akan tetapi, ada hal menarik pada jam ke-36 yaitu kadar protein terlarut mengalami peningkatan sehingga lama waktu fermentasi ini dapat dinyatakan sebagai lama waktu fermentasi ideal. Konsentrasi protein terlarut tepung putih telur mentah dan kukus dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Konsentrasi Protein Terlarut Tepung Putih Telur Mentah dan Kukus  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2019)

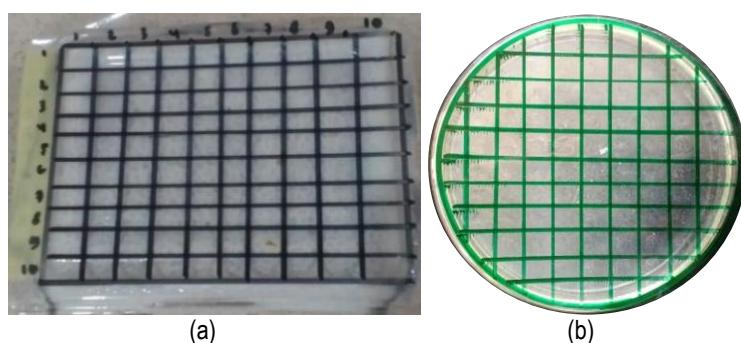
Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa proses pembuatan tepung putih telur berpengaruh pada kadar protein terlarut. Tinggi rendahnya kandungan protein terlarut berhubungan dengan proses yang dilakukan. Kadar protein terlarut pada tepung putih telur mentah lebih tinggi, dibandingkan tepung putih telur kukus. Protein terlarut dari tepung putih telur kukus lebih rendah. Hal ini disebabkan adanya proses pengukuskan yang mengakibatkan terjadinya hidrolisis protein.

Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan konsentrasi putih telur yang digunakan, semakin tinggi pula protein terlarut pada tempe. Rata-rata protein terlarut tempe dengan bahan putih telur mentah lebih tinggi (15,05%), dibandingkan dengan rata-rata protein terlarut tempe

dengan bahan putih telur kukus (14,78%). Bilik hitung buatan yang digunakan untuk menghitung spora disajikan pada [Gambar 4](#).

**Tabel 1. Rata-rata Protein Terlarut Tempe Putih Telur Mentah dan Kukus yang Dihasilkan pada Waktu Fermentasi Jam Ke-36**

Konsentrasi Putih Telur Mentah (%)	Kukus (%)	Rata-rata Protein Terlarut Tempe (gram/100 gram)	
		Mentah (%)	Kukus (%)
0	0	11,6	11,6
2	2	14,1	13,2
4	4	15,0	14,8
6	6	15,8	15,5
8	8	16,2	16,6
10	10	17,6	17,0
Rata-rata		15,05	14,78



**Gambar 4. Bilik Hitung Buatan; (a) Bilik Hitung pada Permukaan Tempe Putih Telur dan (b) Bilik Hitung Buatan pada Permukaan Media Agar yang Ditumbuhi *Rhizopus* sp. (Sumber: Dokumen Pribadi, 2019)**

[Gambar 4](#) menunjukkan sebuah alat hitung spora jamur *Rhizopus* sp. yang disebut bilik hitung buatan. Pada bilik hitung buatan ini terdapat 100 kotak yang sudah diberikan nomor dan dilakukan pengundian dengan pengambilan 30 undian. Kemudian dari 30 undian yang muncul, dihitung jumlah kotak yang terdapat spora *Rhizopus* sp.. Selanjutnya, bilik hitung buatan ini berguna untuk melakukan perhitungan jumlah spora *Rhizopus* sp. pada tempe. Jumlah spora *Rhizopus* sp. akan mempengaruhi kualitas tempe yang dihasilkan. Jumlah kotak rata-rata yang muncul pada tempe dan kultur *Rhizopus* sp. pada media agar kedelai diambil pada jam ke-36. Jumlah kontak rata-rata spora pada tempe putih telur dan *Rhizopus* sp. pada media agar kedelai pada jam ke-36 dapat dilihat pada [Tabel 2](#).

**Tabel 2. Jumlah Kotak Rata-rata Spora pada Tempe Putih Telur dan *Rhizopus* sp. pada Media Agar Kedelai pada Jam Ke-36**

Konsentrasi Putih Telur (%)	Tempe (Jumlah Kotak) Mentah	Tempe (Jumlah Kotak) Kukus	<i>Rhizopus</i> sp. pada Media Agar (Jumlah Kotak) Mentah	<i>Rhizopus</i> sp. pada Media Agar (Jumlah Kotak) Kukus
0	4	3	4	2
2	6	4	4	4
4	6	5	6	5
6	6	6	6	5
8	7	6	7	5
10	8	7	8	6

[Tabel 2](#) menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi putih telur mempengaruhi pertumbuhan spora *Rhizopus* sp. pada tempe. Semakin tinggi konsentrasi putih telur, maka semakin cepat pertumbuhan spora *Rhizopus* sp. pada tempe. Hal ini terbukti bahwa pada tempe dengan konsentrasi

putih telur tertinggi (10%) ditemukan jumlah spora *Rhizopus* sp. yang paling banyak. Hal ini dikarenakan bahwa penambahan putih telur dapat menstimulasi pertumbuhan spora *Rhizopus* sp. pada tempe. Selanjutnya, pertumbuhan spora *Rhizopus* sp. yang berlebihan pada tempe dapat mempengaruhi kualitas tempe yang dihasilkan.

Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data terdistribusi normal dengan nilai sebesar 0,200 (sig > 0,05). Selanjutnya, hasil uji homogenitas menunjukkan bahwa data terdistribusi secara homogen dengan nilai sebesar 0,123 (sig > 0,05). Berdasarkan hasil uji prayarat di atas, maka ringkasan hasil uji Two Way ANOVA dapat dilihat [Tabel 3](#).

**Tabel 3. Ringkasan Hasil Uji Two Way ANOVA**

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	P
Konsentrasi * Jenis	145,541	5	29,108	,672	,649
Error	1039,746	24	43,323		
Total	812813,095	36			
Corrected Total	13919,758	35			

[Tabel 3](#) menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi putih telur mentah dan kukus tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kadar protein terlarut tempe kedelai. Hal ini terbukti dengan nilai signifikansi sebesar 0,649 ( $P > 0,05$ ). Penambahan konsentrasi putih telur dan jenis putih telur mentah dan kukus tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar protein terlarut tempe kedelai. Hal ini dipengaruhi oleh daya cerna protein yang kurang maksimal oleh *Rhizopus* sp.. Daya cerna protein dipengaruhi oleh konfirmasi protein, faktor antinutrisi, ikatan protein, dan pengolahan bahan. Penurunan daya cerna dapat disebabkan oleh terbentuknya ikatan silang protein. Ikatan silang menyebabkan protease seperti tripsin kesulitan dalam memecahkan atau memurus ikatan peptida di dalam ikatan protein silang.. Apabila dalam bahan pangan mengalami reaksi maillard maka akan menyebabkan penurunan gizi pangan. Penurunan gizi pada bahan pangan terjadi karena adanya penurunan ketersediaan asam amino seperti leusin, hal ini disebabkan terbentuknya ikatan silang pada asam-asam amino melalui produk dari reaksi maillard ([Kharisma et al., 2016](#)).

Reaksi maillard terdiri dari reaksi antara asam amino dan gula pereduksi membentuk suatu basa *schiff* yang tidak stabil. Basa *schiff* yang dihasilkan dari reaksi maillard terbentuk karena adanya dehidrasi yang kemudian mengalami siklisasi membentuk aldosilamin dengan substitusi nitrogen ([Suseno et al., 2017](#)). Reaksi maillard akan mengarah pada perubahan warna produk dan flavor. Protein yang terkandung dari putih telur dapat berikatan dengan pereduksi. Pada reaksi maillard, reaksi amadori mengalami perubahan menjadi suamino ketosa ([Arsa, 2016](#)). Selain reaksi maillard, penurunan daya cerna juga sebabkan oleh kondisi asam pada saat proses pengolahan pangan terutama pada bahan pangan yang berkadar protein tinggi ([Nurhidajah, 2010](#)). Selama proses fermentasi tempe kedelai mengalami kondisi asam dengan pH 5,10 ([Rahayu et al., 2019](#)).

Pada [Gambar 1](#) dan [Gambar 2](#) menunjukkan pada jam fermentasi ke-0 protein terlarut sudah tersedia, hal ini disebabkan oleh proses pembuatan tempe (*food processing*) seperti proses perendaman dan perebusan kacang kedelai. Protein dari kacang kedelai berbentuk protein globular. Protein globular bersifat sangat mudah larut dan berubah oleh pemanasan, sehingga lebih mudah untuk mengalami denaturasi ([Qalsum et al., 2017](#)). Penurunan kadar protein terlarut dikarenakan *Rhizopus* sp. memanfaatkan protein terlarut sebagai sumber energi dan sumber asam amino untuk pertumbuhan hifa awal ([Starzyńska-Janiszewska et al., 2015](#)). Pemanfaatkan protein terlarut untuk pertumbuhan hifa berlanjut sampai 12 jam kedepan sampai protein terlarut habis sehingga mencapai titik puncak pada

jam ke-36. Oleh karena itu, lama waktu fermentasi yang tepat akan meningkatkan kadar protein terlarut dalam tempe. Hal ini dikarenakan aktivitas pemecahan protein oleh *Rhizopus* sp. semakin meningkat. Peningkatan aktivitas pemecahan protein oleh *Rhizopus* sp. didukung dengan terbentuknya miselium yang semakin tebal ([Nursiwi et al., 2018](#)).

Berdasarkan [Gambar 3](#) bahwa proses pembuatan tepung putih telur juga mempengaruhi tinggi rendahnya kandungan protein terlarutnya. Kadar protein terlarut tertinggi terdapat pada tepung putih telur mentah. Hal ini disebabkan dalam pembuatan tepung putih telur melalui proses pengukusan akan menyebabkan protein terdegradasi. Protein yang terdiri dari asam-asam amino yang terikat satu sama lain yang terdegradasi oleh panas akan membentuk ikatan peptida dan asam amino yang merubah struktur protein telur menjadi oligopeptida. Proses pemanasan mempengaruhi pemecahan protein yang dapat menghasilkan urutan asam amino (peptida). Pada proses pemanasan putih telur dengan suhu 55°C dimungkinkan akan mengubah struktur protein. Proses pengukusan putih telur mengakibatkan penurunan kadar protein dengan mekanisme denaturasi protein. Protein yang mengalami denaturasi akan rusak. Semakin banyak protein yang terdenaturasi, maka akan menyebabkan penurunan kadar protein terlarut ([Qalsum et al., 2017](#)).

Berdasarkan [Tabel 1](#) bahwa peningkatan kadar protein terlarut yang terkandung dalam tempe dipengaruhi oleh penambahan konsentrasi putih telur yang digunakan. Semakin tinggi penambahan konsentrasi putih telur, maka semakin tinggi pula protein terlarut yang terkandung didalam tempe. Namun, tidak hanya protein terlarut yang menjadi faktor utama dalam pembuatan tempe, akan tetapi ada faktor pendukung lainnya seperti kualitas tempe, rasa dan pertumbuhan mikroba pada tempe. Kualitas tempe yang baik dapat dilihat dari spora *Rhizopus* sp. yang muncul. Pada [Tabel 3](#) menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi putih telur berpengaruh pada pertumbuhan spora *Rhizopus* sp. pada tempe. Semakin tinggi konsentrasi putih telur, maka semakin cepat pertumbuhan spora *Rhizopus* sp. pada tempe. Pertumbuhan spora *Rhizopus* sp. pada tempe dan media agar dipengaruhi oleh konsentrasi protein terlarut yang dimanfaatkan oleh *Rhizopus* sp. sebagai sumber energi dalam proses pertumbuhannya ([Starzyńska-Janiszewska et al., 2015](#)). Dapat diperkuat dengan pengamatan pertumbuhan spora pada tempe berdasarkan waktu. Sehingga pada penelitian ini menghasilkan bahwa pada konsentrasi 4% dengan waktu fermentasi jam ke-36 jam, jenis tepung putih telur mentah menghasilkan protein tertinggi. Penentuan 4% ini berkaitan dengan kualitas tempe, aroma, rasa, dan pertumbuhan spora.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan putih telur mentah dan kukus tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kadar protein tempe kedelai ( $P > 0,05$ ). Akan tetapi, penambahan putih telur mentah dalam pembuatan tempe kedelai ini mampu meningkatkan kadar protein terlarut sebesar 15,05 per 100 gram. Penelitian ini merekomendasikan bahwa jenis putih telur yang tepat untuk digunakan pada pembuatan tempe kedelai adalah putih telur mentah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian, yaitu dosen pembimbing, laboran yang telah membimbing dan mengarahkan penelitian, Fakultas Biologi Universitas Kristen Satya Wacana yang telah memberikan wadah untuk melaksanakan penelitian serta pihak-pihak lainnya yang berkontribusi dalam penelitian.

## RUJUKAN

- Agustina, N., Thohari, I., & Rosyidi, D. (2013). Evaluasi sifat putih telur ayam pasteurisasi ditinjau dari pH , kadar air , sifat emulsi dan daya kembang Angel Cake. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 23(2), 6–13. Retrieved from <https://jiip.ub.ac.id/index.php/jiip/article/view/136>
- Andayani, A., & Hambali, S. (2017). Produksi Tempe Sebagai Wirausaha Mahasiswa Santri. *Dimas: Jurnal Pemikiran Agama Untuk Pemberdayaan*, 17(2), 327-342. <https://doi.org/10.21580/dms.2017.172.2432>
- Andini, S., Virginia, G., & Hartini, S. (2015). Peningkatan Kadar Protein, Lemak, dan Asam Lemak Tak Jenuh Pada Tempe Akibat Penambahan Tepung Belut (Monopterus albus zuieuw) dan Uji Sensoris Tempe Belut. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 12(1), 32-43. <http://dx.doi.org/10.26623/jtphp.v12i1.480>
- Arsa, M. (2016). Proses Pencoklatan (Browning Process) pada Bahan Pangan. Retrieved from <https://repository.unud.ac.id/>
- Asri, D. P. B. (2018). Perlindungan Hukum Terhadap Kebudayaan Melalui World Heritage Centre Unesco. *Jurnal Hukum Ius Quia Iustum*, 25(2), 256–276. <https://doi.org/10.20885/iustum.vol25.iss2.art3>
- Astawan, M., Wresdiyati, T., Subarna, Rokaesih, & Yoshari, R. M. (2020). Functional properties of tempe protein isolates derived from germinated and non-germinated soybeans. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 443, 012001. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/443/1/012001>
- Budhi, G. S., & Aminah, M. (2016). Swasembada Kedelai: Antara Harapan dan Kenyataan. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 28(1), 55-68. <https://doi.org/10.21082/fae.v28n1.2010.55-68>
- Deepachandi, B., Weerasinghe, S., Andrahennadi, T. P., Karunaweera, N. D., Wickramarachchi, N., Soysa, P., & Siriwardana, Y. (2020). Quantification of Soluble or Insoluble Fractions of Leishmania Parasite Proteins in Microvolume Applications: A Simplification to Standard Lowry Assay. *International Journal of Analytical Chemistry*, 2020, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2020/6129132>
- Hilalatus, S. (2018). Kadar Protein Tempe dengan Penambahan Pepaya dan Ketela Pohon. Retrieved from <http://repository.unmuhjember.ac.id/4540/>
- Kharisma, M., Dewi, E., & Wijayanti, I. (2016). Pengaruh Penambahan Isolat Protein Kedelai yang Berbeda dan Karagenan Terhadap Karakteristik Sosis Ikan Patin (Pangasius Pangasius). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 5(1), 44-48. Retrieved from <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jpbhp/article/view/10817>
- Kusmana, A., Budiman, A., & Hidayat, A. (2017). Development of Production and Food Comsumpsion in Indonesia. Retrieved from <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/79976/>
- Lestari, O. A., & Mayasari, E. (2016). Potensi Gizi Tempe Berbahan Dasar Jagung. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 2(2), 112-116. <https://doi.org/10.26877/jitek.v2i2.Nov.1202>
- Limando, I., & Soewito, B. M. (2014). Perancangan Buku Visual Tentang Tempe Sebagai Salah Satu Makanan Masyarakat Indonesia. *DKV Adiwarna*, 1(4), 1–12. <http://publication.petra.ac.id/index.php/dkv/article/view/2192>
- Maryam, S. (2015). Potensi Tempe Kacang Hijau (Vigna Radiata L) Hasil Fermentasi Menggunakan Inokulum Tradisional Sebagai Pangan Fungsional. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 4(2), 635–641. <https://doi.org/10.23887/jst-undiksha.v4i2.6055>
- Nurhamdayani. (2016). Aktivitas Antioksidan, Total Protein dan Protein Terlarut Telur Konsumsi Pada Suhu dan Waktu Pemanasan yang Berbeda. Retrieved from <https://core.ac.uk/reader/77626469>
- Nurhidajah. (2010). Aktivitas Antibakteri Minuman Fungsional Sari Tempe Kedelai Hitam dengan Penambahan Ekstrak Jahe. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 1(2), 11-18. <https://doi.org/10.26714.jpg.1.2.2010>
- Nursiwi, A., Ishartani, D., Sari, A. M., & Nisyah, K. (2018). Perubahan Kadar Protein, Kadar Serat, dan Kadar Fenol Selama Fermentasi Tempe Lamtoro (Leucaena leucocephala). *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian UNS*, 2(1), F.81-87. Retrieved from <https://jurnal.fp.uns.ac.id/index>.

[php/semnas/article/view/1160](http://php.semnas/article/view/1160)

- Purwaningsih, & Wanita, Y.P. (2013). *Kacang tanah sebagai alternatif pengganti bahan baku pada usaha mikro kecil menengah tempe di gunungkidul*. 37–49. Retrieved from <https://psp-kumkm.ippm.uns.ac.id/>
- Qalsum, U., Diah, A. W. M., & Supriadi, S. (2017). Analisis Kadar Karbohidrat, Lemak dan Protein dari Tepung Biji Mangga (Mangifera indica L) Jenis Gadung. *Jurnal Akademika Kimia*, 4(4), 168-174. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2015.v4.i4.7867>
- Rahayu, N. A., Cahyanto, M. N., & Indrati, R. (2019). Pola Perubahan Protein Koro Benguk (Mucuna pruriens) Selama Fermentasi Tempe Menggunakan Inokulum Raprima. *AgriTECH*, 39(2), 128-135. <https://doi.org/10.22146/agritech.41736>
- Redmile-Gordon, M. A., Armenise, E., White, R. P., Hirsch, P. R., & Goulding, K. W. T. (2013). A comparison of two colorimetric assays, based upon Lowry and Bradford techniques, to estimate total protein in soil extracts. *Soil Biology and Biochemistry*, 67, 166–173. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2013.08.017>
- Starzyńska-Janiszewska, A., Stodolak, B., & Wikiera, A. (2015). Proteolysis in tempeh-type products obtained with Rhizopus and Aspergillus strains from grass pea (*Lathyrus Sativus*) seeds. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 14(2), 125–132. <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2015.2.14>
- Suseno, R., Palupi, N. S., & Prangdimurti, E. (2017). Alergenisitas Sistem Glikasi Isolat Protein Kedelai-Fruktooligosakarida. *Agritech*, 36(4), 450-458. <https://doi.org/10.22146/agritech.16770>
- Syamsiatun, N. H., & Siswati, T. (2015). Pemberian ekstra jus putih telur terhadap kadar albumin dan Hb pada penderita hipoalbuminemia. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 12(2), 54-61. <https://doi.org/10.22146/ijcn.22919>
- Utari, D. M., Rimbawan, R., Riyadi, H., Muhilal, M., & Purwantyastuti, P. (2011). Potensi Asam Amino pada Tempe untuk Memperbaiki Profil Lipid dan Diabetes Mellitus. *Kesmas: National Public Health Journal*, 5(4), 166-170. <https://doi.org/10.21109/kesmas.v5i4.137>
- Winanti, R. (2014). Higienitas Produk Tempe Berdasarkan Perbedaan Metode Inokulasi. *Unnes Journal of Life Science*, 3(1), 39–46. Retrieved from <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/UnnesJLifeSci/article/view/2981>