

Formulasi Biskuit sebagai Makanan Tambahan Balita Gizi Kurang menggunakan Tepung Tempe

Biscuit Formulation as Supplementary Food for Malnourished Underfive Children using Tempeh Flour

Pramita Ayu Winarti¹, Yohanes Kristianto^{2*}, Sugeng Iwan Setyobudi², Fitria Dhenok Palupi²

¹Rumah Sakit Handels Vereeniging Amsterdam Toeloengredjo, Kediri, Jawa Timur, Indonesia

²Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang, Jawa Timur, Indonesia

Article Info

*Correspondence:

Yohanes Kristianto
ykristianto@poltekkes-malang.ac.id

Submitted: 18-07-2023

Accepted: 23-11-2024

Published: 30-06-2024

Citation:

Winarti, P. A., Kristianto, Y., Setyobudi, S. I., & Palupi, F. D. (2024). Biscuit Formulation as Supplementary Food for Malnourished Underfive Children using Tempeh Flour. *Media Gizi Kesmas*, 13(1), 352–361. <https://doi.org/10.20473/mgk.v13i1.2024.352-361>

Copyright:

©2024 by Winarti, et al., published by Universitas Airlangga. This is an open-access article under CC-BY-SA license.



ABSTRAK

Latar Belakang: Salah satu upaya mengatasi masalah gizi kurang adalah dengan pemberian makanan tambahan (PMT). PMT merupakan program yang dilaksanakan pemerintah pada kelompok usia balita yang ditujukan sebagai tambahan selain makanan utama sehari-hari untuk mengatasi kekurangan gizi berupa biskuit. Tempe merupakan makanan lokal yang potensial karena memiliki kandungan protein, nitrogen terlarut, asam lemak bebas, dan nilai cerna yang tinggi.

Tujuan: Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat formulasi biskuit PMT menggunakan tempe pada balita gizi kurang.

Metode: Eksperimen pembuatan formula biskuit dilakukan menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL). Formulasi biskuit dilakukan dengan merubah proporsi tepung terigu dan tepung tempe (b/b) dengan rasio P0 = 100:0, P1 = 70:30, P2 = 60:40, dan P3 = 50:50. Kandungan protein, lemak, abu dan air biskuit metode kjeldahl, soxhlet, dan gravimetri. Kandungan zat gizi biskuit dibandingkan dengan standar nasional indonesia (SNI) biskuit dan standar PMT. Warna biskuit dianalisis menggunakan metode *color difference ratio* (CDR). Mutu biskuit juga dinilai berdasarkan uji sensorik. Uji perlakuan terbaik digunakan untuk menentukan formula yang paling sesuai untuk kelompok gizi kurang.

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa tepung tempe secara signifikan meningkatkan kadar protein dan abu. Penggunaan tepung tempe memberikan pengaruh yang tidak signifikan terhadap kandungan energi, kadar karbohidrat, lemak, air, dan warna biskuit. Formula biskuit P3 memenuhi persyaratan SNI biskuit dan syarat PMT pemulihan dengan kandungan energi 473 Kkal, protein 16,8 gr, lemak 20,3 gr, karbohidrat 55,8 gr, abu 1,3 gr, dan air 5,8 gr untuk setiap tiap 100 gram produk.

Kesimpulan: Penggunaan tepung tempe dalam formulasi biskuit meningkatkan skor protein setara telur (PST) dan *protein efficiency rasio* (PER), dan hanya sedikit menurunkan nilai skor asam amino (SAA), *net protein utility* (NPU) dan mutu cerna. Biskuit tempe dari perlakuan terbaik dapat digunakan sebagai PMT untuk penanganan gizi kurang dengan takaran saji 30 – 40 gr dan diberikan satu kali tiap hari.

Kata kunci: Biskuit, Tepung tempe, Gizi kurang, Malnutrisi

ABSTRACT

Background: Administration of supplementary food to under nutrition children is important effort to overcome the problem. Tempeh is a potential local food since it contains abundant of protein, dissolved nitrogen, free fatty acids, and have high digestibility.

Objectives: The purpose of this study was to develop biscuits using tempeh as food supplement.

Methods: The experiment was carried out using a completely randomized design (CRD). Biscuit formulation was carried out by changing the proportion of wheat flour and tempeh flour (w/w) with ratios of P0 = 100:0, P1 = 70:30, P2 = 60:40, and P3 = 50:50 respectively. Protein, fat, ash and water content of biscuits were determined following the kjeldahl, soxhlet and gravimetric methods. The nutrients content of biscuits were compared to Indonesian national standard (SNI) and food supplement standards for the respective product. The colour of the biscuits was analyzed using the colour difference ratio (CDR) method. Biscuit qualities were also assessed based on sensory tests.

Results: The results showed that tempeh flour significantly increased protein and ash content. The use of tempeh flour has no significant effect on the energy content, levels of carbohydrates, fat, water, and colour of the biscuits. The formula of P3 meets the SNI for biscuits and food supplement standard with an energy content of 473 Kcal, 16.8 gr protein, 20.3 gr fat, 55.8 gr carbohydrates, 1.3 gr ash, and 5.8 gr water for 100 grams of the product.

Conclusions: The use of tempeh flour in the biscuit formulation increased the PST protein qualities and PER scores, and only slightly decreased the amino acid score, NPU and digestibility scores. Tempeh biscuits from the best formula might be used as PMT to help reduce malnutrition with a daily serving size of 30-40 grams.

Keywords: Biscuit, Tempeh flour, Undernourished children, Malnutrition

PENDAHULUAN

Data Riset Kesehatan Dasar Tahun 2018 Indonesia menunjukkan bahwa prevalensi gizi kurang mengalami penurunan dari 12,1% menjadi 10,2% (Kemenkes RI, 2018). Namun, penurunan angka prevalensi masih tinggi berdasarkan ambang batas yang ditetapkan oleh WHO (De Onis *et al.*, 2019). WHO menetapkan tujuan untuk mengurangi prevalensi stunting dan gizi kurang (Budiastutik and Rahfiludin, 2019). Gizi kurang (*wasting*) pada balita merupakan defisiensi zat gizi yang bersifat akut pada anak-anak (World Health Organization, 2010). Faktor yang mempengaruhi kejadian gizi kurang pada anak antara lain akses terhadap pangan, pelayanan kesehatan yang kurang memadai dan lingkungan yang tidak sehat (De Onis, Blössner and Borghi, 2012). Menurut data UNICEF pada tahun 2019 terdapat 47 juta balita mengalami gizi kurang (6,9%) (UNICEF, 2020).

Stunting adalah kondisi kurang gizi di 1000 hari pertama kehidupan bayi yang berlangsung lama sehingga menyebabkan perkembangan otak terhambat, begitu pula tumbuh kembangnya. Jika diukur menggunakan kurva pertumbuhan panjang badan/tinggi badan berdasar usia (TB/U) dari WHO (Organisasi Kesehatan Dunia), anak dianggap stunting bila hasil plot panjang badan/tinggi badan di usia anak saat ini berada di bawah -2 SD (Standar Deviasi). Anak yang stunting biasanya juga mengalami *wasting*, yang kurang lebih diartikan sebagai kurus. Anak dikatakan *wasting* jika berat badan anak berdasarkan tinggi badannya menunjukkan hasil di bawah -2 SD (TB/BB). Stunting dan *wasting* masuk kriteria *underweight* (gizi kurang/buruk). *Underweight* bila diukur menggunakan kurva berat badan menurut

usia anak (BB/U), hasil plotnya berada di bawah -2 SD. Stunting, *wasting*, dan *underweight* merupakan indikator dari gangguan pertumbuhan pada balita. Gagal tumbuh pada balita berkaitan dengan penurunan kemampuan kognitif pada anak. (Guerrant *et al.*, 2013; Mireku *et al.*, 2020). Malnutrisi pada balita juga berdampak pada penurunan daya tahan tubuh sehingga mudah tertular penyakit infeksi seperti diare, pneumonia, campak dan *acquired immunodeficiency syndrom*. Balita malnutrisi dengan penyakit penyerta atau komplikasi penyakit infeksi merupakan penyebab kematian tertinggi pada balita gizi buruk (Diniyyah and Nindya, 2017; Walson and Berkley, 2018).

Pemberian makanan tambahan merupakan salah satu cara yang dilakukan untuk menangani gangguan pertumbuhan pada balita. Pemberian Makanan Tambahan (PMT) merupakan program yang dilaksanakan pemerintah pada kelompok usia balita yang ditujukan sebagai tambahan selain makanan utama sehari-hari untuk mengatasi kekurangan gizi (Kemenkes, 2011). Program PMT ditetapkan untuk membantu memenuhi kecukupan gizi pada balita khususnya balita kurus berupa biskuit balita. Biskuit PMT untuk pemulihan diformulasi mengandung minimum 160 kalori, 3,2-4,8 gram protein, dan 4-7,2 gram lemak tiap 40 gram biskuit (Kemenkes, 2017).

Tempe merupakan bahan makanan bergizi karena mengandung protein yang bermutu tinggi. Proses fermentasi oleh kapang menghasilkan enzim protease yang menguraikan protein menjadi peptide dan asam amino bebas. Secara kimiawi, tempe mengandung protein lebih tinggi, nitrogen terlarut meningkat, asam lemak bebas meningkat dan nilai cerna juga meningkat. Tempe lebih mudah dicerna karena kerja enzim pencernaan yang dihasilkan

kapang tempe. Hasilnya, karbohidrat, protein dan lemak di dalam kedelai lebih mudah dicerna dan diserap oleh tubuh. Cocok sebagai bahan pangan sumber protein untuk balita dan anak-anak, mengingat pada usia ini, organ dan enzim pencernaan belum bekerja secara maksimal. Protein dan lemak di dalam tempe mudah dicerna dan diserap tubuh karena sudah dalam bentuk terhidrolisa sebagai asam amino dan asam lemak bebas. Tempe juga telah diketahui mengandung zat antibakteri penyebab diare (Astawan, 2010; Ahnan-Winarno *et al.*, 2021).

Tempe merupakan produk pangan yang mudah di dapat di pasaran dan dibuat dengan teknologi sederhana dan harga terjangkau sehingga memungkinkan ketersediaan secara berkelanjutan (Ahn-an-Winarno *et al.*, 2021). Secara zat gizi, tempe kaya akan prebiotik yang dapat membantu pertumbuhan bakteri baik dalam sistem pencernaan, sehingga dapat mengunragi masalah pencernaan pada balita. Kandungan serat dan enzim yang dihasilkan oleh jamur *Rhizopus oligosporus* saat proses fermentasi tempe baik untuk pencernaan balita (Dimidi *et al.*, 2019; Kårlund *et al.*, 2020). Hasil penelitian Suriani *et al.*, (2021) menunjukkan bahwa pemberian nugget berbahan dasar tempe bungkil kedelai sebanyak 30 gram per hari selama 4 minggu memberikan efek penambahan berat badan pada balita yang mengalami malnutrisi (Suriani *et al.*, 2021).

Kandungan asam amino essensial yang terdapat dalam tempe juga sangat penting bagi pertumbuhan balita. Terutama dalam merangsang kerja dan pertumbuhan otaknya. Proses fermentasi dalam pembuatan tempe dapat mempertahankan sebagian besar zat-zat gizi yang terkandung dalam kedelai, meningkatkan kadar beberapa macam vitamin B. Vitamin B12 umumnya terdapat di dalam bahan pangan hewani, namun di dalam tempe mengandung vitamin B12 yang cukup tinggi. Penelitian mengenai nilai gizinya menunjukkan bahwa tempe dapat digunakan sebagai sumber protein yang murah untuk bahan pangan anak-anak di negara berkembang (Muchtadi, 2009). Ditinjau dari gizi dan kemudahan lain, tempe memenuhi persyaratan untuk dipergunakan dalam pemberian

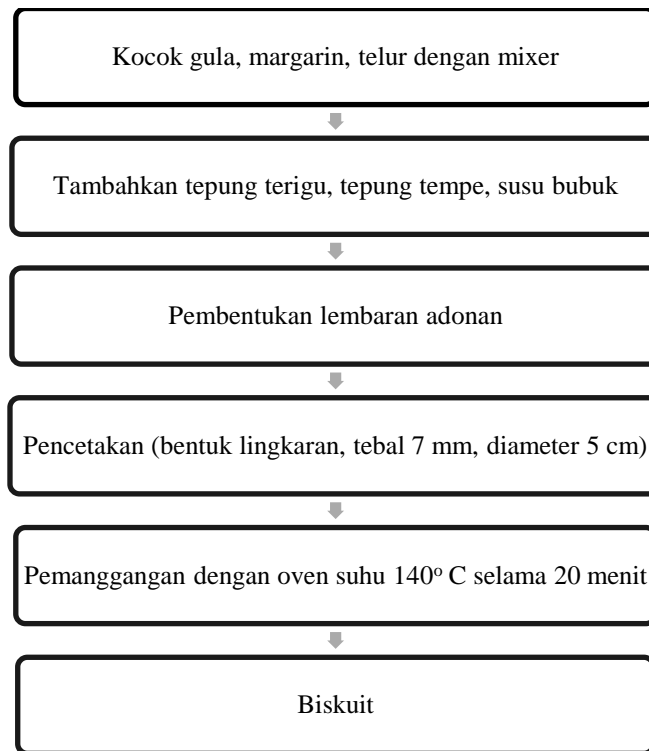
makanan untuk penderita kekurangan gizi atau penderita diare (Ahn-an-Winarno *et al.*, 2021; Aoyagi, 2022). Berdasarkan penelitian yang telah ada MP-ASI biskuit tempe sebanyak 100 gram memiliki kandungan 532,14 kkal energi, 8,22 gram protein, 32,1 gram lemak dan 54 gram karbohidrat (Effendi and Widiastuti, 2014). Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti ingin mengkaji pengaruh substitusi tepung tempe terhadap nilai energi, mutu gizi dan mutu organoleptik biskuit untuk pemberian makanan tambahan (PMT) Pemulihan.

METODE

Pembuatan biskuit PMT dilakukan dengan eksperimen laboratorium menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Sebagai taraf perlakuan dalam percobaan ini adalah proporsi tepung terigu dan tepung tempe (b/b), yaitu P0 = 100:0, P1 = 70:30, P2 = 60:40, dan P3 = 50:50. . Komposisi biskuit tempe tiap taraf perlakuan berdasarkan perhitungan asam amino pembatas pada penelitian pendahuluan. Pembuatan tepung tempe dilakukan dengan pengeringan menggunakan oven pada suhu 70°C selama 20 jam setelah tempe segar dikukus selama 10 menit. Tempe diayak menggunakan ayakan 80 mesh (Mursyid, Astawan, Muchtadi and Suwarno, 2014). Setiap tiap taraf diulang sebanyak tiga kali, sehingga menghasilkan total unit percobaan sebanyak 12 unit. Komposisi bahan yang digunakan formula biskuit untuk setiap taraf perlakuan selengkapnya disajikan pada Tabel 1. Spesifikasi bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tempe berasal dari sentra pembuatan tempe di daerah Sanan Kota Malang, tepung terigu yang digunakan adalah terigu protein sedang, berwarna putih, dan tidak menggumpal. Telur ayam yang digunakan adalah jenis telur ayam ras yang didapatkan dari pasar tradisional Oro-oro Dowo Kota Malang. Margarin yang digunakan adalah margarin merek blue band, susu bubuk yang digunakan adalah jenis susu bubuk full cream. Gula pasir yang digunakan adalah gula pasir merek gulaku yang berwarna putih dan tidak menggumpal. Diagram alir pembuatan biskuit tempe disajikan pada Gambar 1.

Tabel 1. Komposisi Bahan Biskuit Tempe

Bahan	Taraf perlakuan (Rasio tepung terigu : tepung tempe (b/b))			
	P0 (100:0)	P1 (70:30)	P2 (60:40)	P3 (50:50)
Tepung terigu (g)	200	140	120	100
Tepung tempe (g)	0	60	80	100
Telur ayam (g)	50	50	50	50
Margarin (g)	75	75	75	75
Susu bubuk (g)	30	30	30	30
Gula pasir (g)	100	100	100	100



Gambar 1. Tahapan Pembuatan Biskuit Tempe


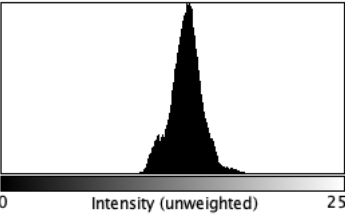

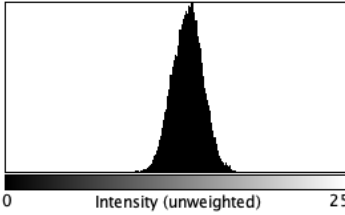

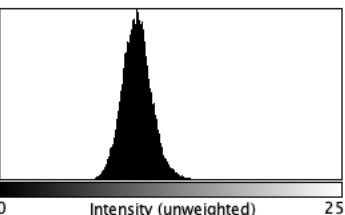

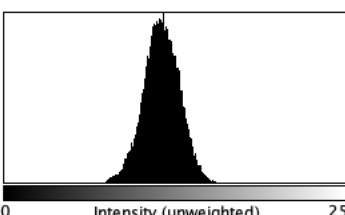
Penentuan kadar protein, lemak, air, dan abu biskuit masing-masing dilakukan dengan metode semi mikro kjeldhal, soxhlet, gravimetri dan pengabuan kering. Metode analisis sampel menggunakan metode AOAC yang sudah dimodifikasi (AOAC, 2005). Kandungan energi biskuit formula dihitung berdasarkan kandungan protein, karbohidrat, dan lemak menggunakan faktor Atwater. Mutu protein biskuit ditetapkan dengan menghitung SAA (Skor Asam Amino), MC (Mutu Cerna), NPU (*Net Protein Utilization*), PST (Protein Senilai Telur), dan PER (*Protein Efficiency Ratio*) (Hardinsyah, 1989).. Mutu sensorik produk diukur menggunakan metode Hedonik dengan rentang 1 – 4, yaitu 1=sangat tidak suka, 2=tidak suka, 3=suka, 4=sangat suka. Bertindak sebagai panelis dalam uji sensorik adalah 20 panelis semi terlatih kriteria inklusi : panelis tidak dalam keadaan lapar, tidak memiliki alergi terhadap bahan baku biskuit. Taraf perlakuan terbaik ditentukan dengan menggunakan metode indeks efektivitas (Bataller and Brenner, 2005).

Warna biskuit dipelajari berdasarkan citra digital yang diperoleh dengan kamera Nokia Model C2-01 pada resolusi 300 x 300 dpi. Pengambilan citra biskuit dilakukan dalam ruangan laboratorium tertutup menggunakan penerangan lampu listrik jenis tabung. Profil warna biskuit ditentukan berdasar histogram citra. Kanal RGB (*red, green,*

blue) citra yang dianalisis mula-mula dipisahkan. Kemudian, pada masing-masing kanal ditentukan area yang diamati (*region of interest/ROI*) dengan bentuk persegi panjang seluas 50688. Perbedaan intensitas warna produk terhadap P0 ditentukan dengan metode *color difference ratio* (CDR) (Tollenaar *et al.*, 2016). Nilai modus yang digunakan untuk perbandingan didapatkan dari rata-rata empat keping biskuit dari setiap taraf perlakuan pada setiap kanal. Pengolahan citra dilakukan dengan menggunakan software ImageJ versi 1.53k National Institute of Health (Schneider, Rasband and Eliceiri, 2012). Pengaruh proporsi tepung tempe terhadap mutu biskuit PMT dianalisis dengan menggunakan uji Anova satu arah. Perbedaan antar taraf perlakuan diketahui dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Uji statistik dilakukan menggunakan SPSS versi 16.0 pada tingkat kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Biskuit tempe hasil formulasi memiliki karakteristik warna kuning kecoklatan, tekstur renyah, aroma khas tempe dan rasa manis. Penggunaan tepung tempe menyebabkan warna biskuit lebih coklat, tekstur sedikit lebih keras, aroma dan rasa khas tempe. Biskuit hasil formulasi disajikan pada Gambar 2.

Formula	Foto Produk	Histogram dan Nilai RGB
P0 (100:0)		 <p>N: 50688 Min: 95 Mean: 137.633 Max: 196 StdDev: 12.192 Mode: 140 (1990) Value: 48 Count: 0</p> <p>R=205, G=166, B=95</p>
P1 (70:30)		 <p>N: 50688 Min: 93 Mean: 136.177 Max: 178 StdDev: 11.595 Mode: 140 (1779) Value: 235 Count: 0</p> <p>R=189, G=142, B=65</p>
P2 (60:40)		 <p>N: 50688 Min: 54 Mean: 102.197 Max: 194 StdDev: 11.120 Mode: 102 (1985) Value: 158 Count: 1</p> <p>R=159, G=122, B=47</p>
P3 (50:50)		 <p>N: 50688 Min: 72 Mean: 117.594 Max: 167 StdDev: 13.455 Mode: 119 (1557) Value: 220 Count: 0</p> <p>R=187, G=138, B=56</p>

Gambar 2. Citra dan Histogram Warna Biskuit

Kandungan Energi dan Zat Gizi

Kandungan energi biskuit formula berkisar antara 470 – 474 Kkal/100 gram. Penambahan tepung tempe pada formula tidak mengakibatkan peningkatan energi yang signifikan ($p>0,05$). Peningkatan kandungan energi biskuit berhubungan dengan kandungan protein, lemak, dan karbohidrat biskuit. Peningkatan penggunaan tepung tempe mengakibatkan kadar protein dan lemak biskuit meningkat. Tepung tempe memiliki kadar protein

dan lemak lebih tinggi dibanding tepung terigu. Setiap 100 gram bahan, kandungan protein dan lemak pada tepung tempe masing-masing sebesar 35,4 gram dan 13,5 gram. Sementara itu, untuk tepung terigu adalah 9 gram dan 1 gram (Kemenkes, 2019). Oleh karena itu, proporsi tepung tempe sebesar 50% (P3) menyebabkan kandungan energi lebih tinggi dibanding dengan penggunaan tempe yang lebih rendah. Kandungan energi pada semua taraf perlakuan telah memenuhi standar produk

Tabel 2. Kandungan Energi dan Zat Gizi Biskuit Tempe (per 100g)

Zat Gizi	Taraf perlakuan				SNI Biskuit
	Rasio tepung terigu : tepung tempe (b/b))				
	P0(100:0)	P1(70:30)	P2(60:40)	P3(50:50) *)	
Energi (Kkal)	467,67±5,69 ^a	474,00±2,00 ^a	470,33±7,09 ^a	473,00±2,65 ^a	Minimum 400
Protein (g)	13,80±1,0 ^a	15,57±0,75 ^{bc}	14,60±1,25 ^{ab}	16,77±0,06 ^c	Minimum 9
Karbohidrat (g)	61,17± 2,56 ^a	57,40± 2,01 ^{ab}	58,80± 2,86 ^{ab}	55,83 ±0,31 ^b	Maksimum 70
Lemak (g)	18,63± 1,33 ^a	20,20± 0,70 ^a	19,63± 1,46 ^a	20,30± 0,26 ^a	Maksimum 9,5
Air (g)	4,87± 0,06 ^a	5,23± 0,12 ^a	5,10± 0,44 ^a	5,77± 0,12 ^b	Maksimum 1,6
Abu (g)	1,53± 0,25 ^a	1,60± 0,53 ^a	1,87± 0,29 ^a	1,33± 0,29 ^a	Maksimum 5,0

Keterangan: Notasi yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan signifikansi tes Anova pada p<0,05. Indikator *) menunjukkan taraf perlakuan terbaik

suplementasi gizi menurut Permenkes Nomor 51 Tahun 2016 yaitu minimal 400 Kkal per 100 gram (Kemenkes RI, 2016).

Kandungan protein biskuit formula berkisar antara 13,80 – 16,77 gr/100 gr. Penggunaan tepung tempe cenderung meningkatkan kandungan protein biskuit secara signifikan (p<0,05). Kadar protein pada semua taraf perlakuan telah memenuhi standar minimal standar nasional Indonesia (SNI) 01-2973-1992 yaitu 9 gram/100 gram dan standar produk suplementasi gizi menurut Permenkes Nomor 51 Tahun 2016 yaitu minimal 10 Kkal per 100 gram (Kemenkes RI, 2016). Kedelai memiliki kandungan protein namun memiliki zat anti gizi yaitu proteinase dan tripsin sehingga daya cerna berkurang. Proses fermentasi pada olahan tempe menyebabkan proses hidrolisis protein oleh enzim proteolitik yang dihasilkan oleh populasi mikroba fermentasi. Protein dipecah menjadi asam amino bebas sehingga meningkatkan daya cerna produk (Mukherjee, Chakraborty and Dutta, 2016). Tepung kedelai lokal Grobogan mengandung total asam amino esensial 698,8 mg/ gr protein dan asam amino non esensial 493,7 mg/gr protein (Mursyid, Astawan, Muchtadi and Suwarno, 2014). Selain asam amino, tepung tempe juga mengandung bakteri hidup antara 4-5 log CFU/gram dan sel bakteri mati sampai 9 log CFU/gram dengan dominasi bakteri bakteri asam laktat. Sehingga tepung tempe merupakan probiotik dan paraprobiotik yang baik bagi kesehatan (Jonesti *et al.*, 2023).

Berdasarkan nilai SAA biskuit pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa SAA biskuit cukup tinggi. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa sekitar 87,5-89,2% dari masing-masing asam amino esensial dalam biskuit yang diserap dapat dimanfaatkan oleh tubuh. Nilai SAA yang kurang dari 100 menunjukkan adanya asam amino pembatas, dalam formula ini adalah lisin. MC biskuit tempe hasil formulasi cukup tinggi dan berada diatas mutu cerna konsumsi pangan rata-rata penduduk Indonesia, yaitu antara 85-92. MC yang tinggi menunjukkan tingginya jumlah asam amino yang diserap tubuh dari makanan tersebut. MC merupakan cara teoritis untuk menghampiri atau menaksir nilai atau mutu cerna yang dilakukan melalui penelitian bio-assay. Mutu cerna menunjukkan bagian dari protein atau

asam amino yang dapat diserap tubuh dibandingkan yang dikonsumsi (Hardinsyah, 1989).

Tabel 3. Mutu Protein Biskuit Tempe

Mutu Protein	Taraf perlakuan (Rasio tepung terigu : tepung tempe (b/b))			
	P0	P1	P2	P3
SAA	89,2	87,9	87,7	87,5
MC	97,87	97,27	97,15	97,05
NPU	87,28	85,56	85,2	84,9
PST	29,46	42,45	45,45	51,13
PER	6,93	9,8	10,43	11,66

Net Protein Utilization teoritis menunjukkan bagian protein yang dapat dimanfaatkan tubuh dibandingkan protein yang dikonsumsi. Berdasarkan NPU biskuit, dapat disimpulkan bahwa bahwa bagian protein yang dapat dimanfaatkan oleh tubuh yaitu sekitar 84 – 87%. Penggunaan pembuatan makanan tambahan memiliki nilai NPU protein minimal 60. Sedangkan nilai PST atau Protein Senilai Telur berkisar antara 29,46-51,13. Hal ini berarti nilainya baik, karena nilainya mendekati kecukupan PST saat kecukupan energi terpenuhi yaitu sebesar 18,54 untuk kelompok umur 4-6 tahun (Hardinsyah, 1989). Demikian juga halnya PER (*Protein Efficiency Ratio*) protein yang digunakan direkomendasikan tidak kurang dari 2,1 dan lebih baik lebih tinggi dari 2,3 (Muchtadi, 2016). Dengan demikian, nilai PER biskuit untuk semua taraf perlakuan termasuk kategori baik, karena nilainya berkisar antara 6,93-11,66.

Komposisi asam amino dalam sereal rendah lisin, sedangkan pada kacang-kacangan rendah metionin. Kedua protein tersebut merupakan asam amino bermutu rendah. Jika protein bermutu rendah terlalu banyak dikonsumsi, dapat berakibat kurangnya asam amino pembatas dan orang akan menderita gejala kekurangan gizi. Bila dua jenis protein yang memiliki jenis asam amino pembatas yang berbeda dikonsumsi bersama-sama, maka kekurangan asam amino dari protein yang satu dapat ditutupi oleh asam amino sejenis yang terdapat berlebihan pada protein lain. Kedua protein tersebut saling mendukung sehingga mutu gizi gabungannya menjadi lebih tinggi daripada salah satu protein itu (Muchtadi, 2016). Oleh sebab itu, biskuit dengan

substitusi tepung tempe memiliki mutu protein yang lebih tinggi karena asam amino pembatas pada tepung terigu berupa lisin banyak terdapat pada tempe, sedangkan asam amino metionin yang kurang pada tempe dilengkapi oleh tepung terigu. Kandungan asam amino esensial yang terdapat dalam tempe sangat penting bagi pertumbuhan balita. Penelitian mengenai nilai gizinya menunjukkan bahwa tempe dapat digunakan sebagai sumber protein yang murah untuk bahan pangan anak-anak di negara berkembang (Muchtadi, 2009).

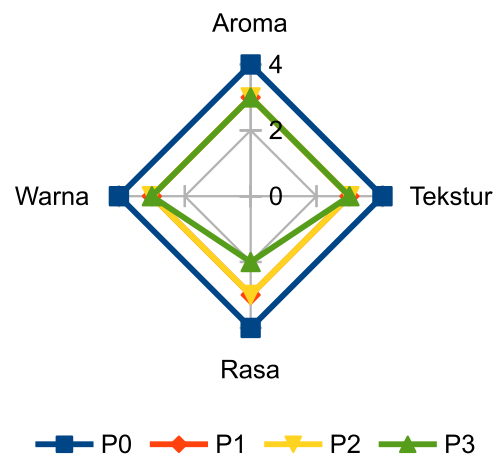
Hasil analisis kadar karbohidrat biskuit berkisar antara 55,8–61,2 gram/100 gram. Peningkatan proporsi tepung tempe tidak berdampak pada penurunan karbohidrat biskuit yang signifikan ($P>0,05$). Kandungan karbohidrat pada tepung tempe relatif rendah dibandingkan dengan tepung terigu, yaitu masing-masing 31 gram dan 77,2 gram dalam 100 gram bahan (Kemenkes, 2019; Ahnan-Winarno *et al.*, 2021). Substitusi tepung tempe sampai taraf 50% (P3) menyebabkan penurunan kadar karbohidrat pada produk akhir yang tidak signifikan.

Kadar lemak biskuit formula berkisar antara 18,6 – 20,3 gram/100 gram. Peningkatan kadar lemak karena penggunaan tepung tempe dalam formula secara statistik tidak signifikan ($p>0,05$). Peningkatan kadar lemak pada biskuit substitusi tepung tempe disebabkan karena kandungan lemak tepung tempe lebih tinggi daripada tepung terigu, yaitu masing-masing 13,5 gram dan 1 gram per 100 gram. Lemak yang terdapat pada tempe sebagian berupa asam lemak tidak jenuh yang bersifat esensial. Lemak di dalam tempe mudah dicerna dan diserap tubuh karena sudah dalam bentuk terhidrolisa sebagai asam lemak bebas. Selama proses fermentasi tempe terdapat tendensi adanya peningkatan derajat ketidakjenuhan terhadap lemak, sehingga asam lemak tidak jenuh majemuk (*Polyunsaturated 6 fatty acids=PUFA*) meningkat jumlahnya. Asam palmitat dan asam linoleat sedikit mengalami penurunan, sedangkan kenaikan terjadi pada asam lemak oleat dan linolenat (Astawan, 2010; Ahnan-Winarno *et al.*, 2021). Kandungan asam lemak tepung tempe kedelai lokal Grobogan oleat/ $\omega 9$ (C18:1) (Mursyid, Astawan, Muchtadi, Wresdiyati, *et al.*, 2014). Jika dibandingkan dengan standar, kadar lemak pada semua taraf perlakuan telah memenuhi nilai minimal SNI 01-2973-1992, yaitu 9,5 gram/100 gram. Kadar lemak perlakuan P1 – P3 telah memenuhi standar minimal produk suplementasi gizi menurut permenkes Nomor 51 Tahun 2016 yaitu minimal 20 gram/ 100 gram.

Mutu Sensorik

Pada umumnya panelis menyatakan suka (skor = 3) terhadap aroma, tekstur, dan warna biskuit hasil pengembangan. Penggunaan tepung tempe dalam formulasi biskuit PMT menyebabkan penurunan mutu sensorik yang signifikan ($p<0,05$)

dalam hal aroma, tekstur, namun tidak signifikan ($p>0,05$) terhadap warna. Penurunan tingkat penerimaan panelis terhadap aroma dapat disebabkan karena aroma langu (*beany flavor*) khas tepung tempe. Aroma langu yang tidak disukai panelis ini merupakan produk hasil aktivitas enzim lipoksigenase pada kedelai. Lipoksigenase memiliki kemampuan menghidrolisis lemak kedelai menjadi senyawa-senyawa kelompok heksanal dan heksanol. Senyawa-senyawa tersebut menyebabkan aroma langu sekalipun dalam konsentrasi rendah (Wang *et al.*, 2021). Penurunan tingkat kesukaan terhadap aroma biskuit tempe adalah dari kategori sangat suka menjadi suka, sehingga secara umum dapat disimpulkan panelis masih dapat menerima perubahan aroma tersebut.



Gambar 3. Mutu Sensorik Biskuit Tempe

Dalam hal tekstur, semakin banyak penggunaan tepung tempe dalam formulasi maka tekstur biskuit yang dihasilkan cenderung semakin keras. Hal ini disebabkan karena kadar air tepung tempe lebih rendah daripada kadar air tepung terigu, yaitu masing-masing 8,4 gram dan 11,4 gram per 100 gram bahan. Dalam formulasi biskuit ini, jumlah tepung terigu yang digunakan berbanding terbalik dengan penggunaan tepung tempe, sehingga hal tersebut berpengaruh pada kandungan gluten yang berfungsi sebagai pengembangan. Tingkat kerenyahan produk makanan ringan tergantung oleh kandungan air pada produk tersebut, dalam hal ini air akan mempengaruhi pembentukan tekstur dari produk dengan cara melapisi dan melembutkan matrik antara pati dan protein yang terbentuk sehingga produk tidak keras. Kerenyahan biskuit ditentukan oleh adanya bunyi yang dikeluarkan pada saat biskuit diberi tekanan (Tunick *et al.*, 2013).

Biskuit substitusi tepung tempe memiliki rasa dasar manis. Namun demikian seiring dengan penggunaan tepung tempe maka muncul rasa sedikit pahit. Rasa pahit merupakan karakteristik khas tempe, namun intensitasnya dapat berbeda-beda. Rasa pahit tempe disebabkan diantaranya oleh jenis kedelai yang digunakan, cara pembuatan, atau

mikroorganisme yang berperan selama pengolahan berlangsung. Rasa pahit pada kedelai berhubungan dengan kandungan senyawa-senyawa glikosida dalam biji kedelai. Soyasaponin dan sapogenol merupakan penyebab rasa pahit yang utama dalam kedelai (Kwon *et al.*, 2019).

Biskuit tepung tempe hasil formula berwarna kuning kecoklatan. Biskuit tanpa penambahan tepung tempe berwarna coklat mudah terang, seiring dengan peningkatan jumlah tepung tempe yang digunakan warna biskuit menjadi lebih gelap. Perubahan warna biskuit dapat diamati pada Gambar 2. Warna coklat pada biskuit disebabkan reaksi pencoklatan non enzimatis atau reaksi Maillard yang terjadi selama pemanasan dalam oven. Verma *et al.* (2020) mengatakan bahwa reaksi Maillard dari group asam amino lisin terjadi dengan keberadaan gula reduksi seperti glukosa yang menghasilkan ikatan protein e-N-de-Soxyfructosyl-I-lysin yang menghasilkan warna coklat. Berdasarkan hal tersebut maka semakin tinggi protein dalam biskuit berarti semakin banyak asam amino. Dalam tempe asam amino yang tertinggi adalah lisin. Asam amino ini akan bereaksi dengan gula pada pati tepung terigu, sehingga dengan peningkatan suhu dalam pemanggangan maka reaksi Maillard berlangsung

(Verma, Singh and Yadav, 2020). Peningkatan intensitas warna kecoklatan biskuit tempe dapat diamati secara jelas dengan analisis digital citra biskuit. Sumbu X pada histogram warna (Gambar 2) menunjukkan skala intensitas warna RGB (*red green blue*) mulai dari tertinggi 0 sampai terendah 255. Sedangkan sumbu Y menunjukkan jumlah piksel dan puncak pada histogram merupakan modus yang merupakan representasi warna yang paling banyak muncul pada area yang diamati (ROI) (Tollenaar *et al.*, 2016; Zhao *et al.*, 2020). Intensitas warna sebagaimana ditunjukkan pada histogram mengindikasikan bahwa grafik yang cenderung mendekati nilai 255, maka intensitas warna semakin terang. Hal tersebut juga dapat diamati berdasarkan penurunan intensitas warna RGB dari formula standar (P0) ke formula dengan penggunaan tepung tempe yang lebih banyak, yaitu P1 – P3 berdasarkan nilai CDR (*color difference ratio*) sebagaimana disajikan pada Tabel 4. Perbandingan warna formula P2 dan P3, mengindikasikan bahwa penggunaan tepung tempe yang sama dengan tepung terigu (P3) menyebabkan warna krim biskuit sedikit lebih cerah. Hal tersebut nampak pada histogram warna P3 yang lebih condong ke kanan dibanding P2 dan peningkatan intensitas warna RGB.

Tabel 4. *Color Difference Ratio* (CDR) Biskuit Tempe

Formula	R	G	B
P1	92,71 ± 8,06	86,53 ± 11,21	70,20 ± 15,35
P2	77,72 ± 6,14	74,79 ± 14,00	51,05 ± 18,19
P3	91,74 ± 6,47	83,84 ± 11,91	59,80 ± 10,36

Keterangan: Nilai CDR merupakan rata-rata dan standar deviasi dari empat pengukuran

Taraf Perlakuan Terbaik

Berdasarkan perhitungan indeks efektivitas didapatkan bahwa beberapa paramter utama biskuit terpenting berturut-turut adalah kandungan protein, energi, mutu protein, rasa, kandungan karbohidrat dan warna. Formula biskuit yang merupakan taraf perlakuan terbaik adalah P3, yaitu dengan rasio tepung terigu dan tepung tempe 50:50 (b/b). Pemberian biskuit substitusi tepung tempe P3 menyediakan energi 473 Kkal. Untuk memenuhi 10% kebutuhan energi anak usia 4 – 5 tahun dapat diberikan sekitar 30 - 40 gram biskuit atau setara dengan 3 – 4 keping. Selain itu, kecukupan protein anak menurut Angka Kecukupan Gizi anak usia 4 – 5 tahun masing-masing adalah 25 gram (Kemenkes RI, 2019). Setiap 30 – 40 gram biskuit substitusi tepung tempe mampu menyumbang sekitar 19 – 25 % kebutuhan protein dari kecukupan protein yang dianjurkan untuk anak usia 4 – 5 tahun.

KESIMPULAN

Penggunaan tepung tempe dalam formulasi biskuit PMT meningkatkan kandungan protein tempe secara signifikan tanpa disertai penurunan mutu protein yang berarti. Pengaruh penggunaan

tepung tempe dalam formulasi biskuit terhadap kadar karbohidrat, lemak, dan kadar air, kadar abu biskuit secara statistik tidak signifikan. Tepung tempe menyebabkan perubahan warna menjadi lebih kecoklatan yang dapat diamati dengan jelas dengan analisis citra secara digital. Meskipun penggunaan tepung tempe menurunkan mutu sensorik, namun panelis masih dapat menerima biskuit tepung tempe dengan baik. Biskuit tepung tempe yang direkomendasikan untuk PMT balita gizi kurang dibuat dengan menggunakan proporsi tepung terigu dan tepung tempe yang sama. Formula dengan perbandingan tersebut menghasilkan produk yang sesuai dengan persyaratan SNI biskuit dan makanan tambahan.

Kelebihan penelitian ini, produk yang dihasilkan menggunakan bahan lokal dan terjangkau sehingga menjangkau masyarakat menengah ke bawah. Keterbatasan penelitian yaitu pada metode pengujian warna, akibat upaya pengontrolan kondisi yang belum maksimal dalam pengaturan ini merupakan kekurangan dalam analisis citra dalam percobaan ini. Untuk itu kami menyarankan analisis citra ke depan menggunakan pengaturan yang lebih terkontrol. Penggunaan analisis citra menggunakan metode ini merupakan alternatif dimana color reader

tidak tersedia di laboratorium. Sehingga diharapkan *setting* dalam percobaan ini menjadi *starting point* bagi peneliti lain.

Acknowledgement

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada petugas laboratorium Poltekkes Kemenkes Malang yang telah membantu terlaksananya pembuatan biskuit.

Conflict of Interest dan Funding Disclosure

Penulis menyatakan tidak memiliki konflik kepentingan dengan pihak manapun selama proses penelitian dan penyusunan publikasi ini.

Author Contributions

PAW: *conceptualization, investigation, methodology, supervision, writing–review and editing*; SI: *methodology, writing–original draft*; YK: *methodology; formal analysis, writing–original draft*; FDP: *writing–original draft, writing–review and editing*.

REFERENSI

- Ahnan-Winarno, A.D. *et al.* (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), pp. 1717–1767. doi:10.1111/1541-4337.12710.
- AOAC (2005) *Official method of Analysis. 18th Edition, Association of Officiating Analytical Chemists*. Washington DC, Method 935.14 and 992.24.
- Aoyagi, W.S.A. (2022) *History of Tempeh and Tempeh Products (1815-2022): Extensively Annotated Bibliography and Sourcebook*. Available at: <https://books.google.co.id/books?id=xPJcEAAAQBAJ>.
- Astawan, M. (2010) *Kandungan Gizi Aneka Bahan Makanan*, Jakarta, Gramedia. Jakarta: Gramedia.
- Bataller, R. and Brenner, D.A. (2005) ‘Science in medicine Liver fibrosis’, 115(2). doi:10.1172/JCI200524282.The.
- Budiastutik, I. and Rahfiludin, M.Z. (2019) ‘Faktor Risiko Stunting pada anak di Negara Berkembang’, *Amerta Nutrition*, 3(3), pp. 122–129. doi:10.2473/amnt.v3i3.2019.122-129.
- Dimidi, E. *et al.* (2019) ‘Fermented Foods: Definitions and Characteristics’, *Gastrointestinal Health and Disease*, *Nutrients*, 11(1806), pp. 1–26.
- Diniyah, S.R. and Nindya, T.S. (2017) ‘Asupan Energi, Protein dan Lemak dengan Kejadian Gizi Kurang pada Balita Usia 24-59 Bulan di Desa Suci, Gresik’, *Amerta Nutrition*, 1(4), p. 341. doi:10.20473/amnt.v1i4.7139.
- Effendi, N. and Widiastuti, H. (2014) ‘Daya Terima dan Kandungan Gizi Modisco dengan Penambahan Tepung Daun Kelor (Moringa oleifera)’, *Jurnal Kesehatan*, 7(2), pp. 353–360.
- Guerrant, R. *et al.* (2013) ‘The impoverished gut - a triple burden of diarrhoea, stunting, and chronic disease’, *Nat Rev gastroenterol hepatol*, 10(4), pp. 115–130. doi:10.1159/000365373.
- Hardinsyah (1989) *Menaksir Kecukupan Energi dan Protein Serta Penilaian Mutu Gizi Konsumsi Pangan*. Jakarta: Wirasari.
- Jonesti, W.P. *et al.* (2023) ‘Tempeh flour as an excellent source of paraprobiotics’, *Biodiversitas*, 24(3), pp. 1817–1823. doi:10.13057/biodiv/d240357.
- Kårlund, A. *et al.* (2020) ‘Harnessing microbes for sustainable development: Food fermentation as a tool for improving the nutritional quality of alternative protein sources’, *Nutrients*, 12(4). doi:10.3390/nu12041020.
- Kemenkes (2011) ‘Panduan Penyelenggaraan Pemberian Makanan Tambahan Pemulihan Bagi Balita Gizi Kurang (Bantuan Operasional Kesehatan)’, pp. 1–48.
- Kemenkes (2017) *Petunjuk teknis pemberian makanan tambahan (Balita-bumil-anak sekolah)*.
- Kemenkes (2019) *Tabel komposisi Pangan Indonesia (TKPI)*.
- Kemenkes RI (2016) *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 51 Tahun 2016 tentang Standar Produk Suplementasi Gizi*.
- Kemenkes RI (2018) ‘Hasil Riset Kesehatan Dasar Tahun 2018’, *Kementerian Kesehatan RI*, 53(9), pp. 1689–1699.
- Kemenkes RI (2019) *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019 tentang Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan untuk Masyarakat Indonesia*, *Kementerian Kesehatan Republik Indonesia*. Available at: http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84865607390&partnerID=tZOtx3y1%0Ahttp://books.google.com/books?hl=en&pg=pr5&pg=PR5&pg=PR5&pg=Principles+of+Digital+Image+Processing+fundamental+techniques&ots=HjrHeuS_.
- Kwon, Y.S. *et al.* (2019) ‘Comparative evaluation of six traditional fermented soybean products

- in east asia: A metabolomics approach', *Metabolites*, 9(9). doi:10.3390/metabo9090183.
- Mireku, M.O. *et al.* (2020) 'Relationship between stunting, wasting, underweight and geophagy and cognitive function of children', *Journal of Tropical Pediatrics*, 66(5), pp. 517–527. doi:10.1093/tropej/fmaa009.
- Muchtadi, D. (2009) *Prinsip Teknologi Pangan Sumber Protein*. Bandung: Alfabeta.
- Muchtadi, D. (2016) *Teknik Evaluasi Nilai Gizi Protein*. Bandung: Alfabeta.
- Mukherjee, R., Chakraborty, R. and Dutta, A. (2016) 'Role of fermentation in improving nutritional quality of soybean meal - A review', *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(11), pp. 1523–1529. doi:10.5713/ajas.15.0627.
- Mursyid, Astawan, M., Muchtadi, D., Wresdiyati, T., *et al.* (2014) 'Evaluasi nilai gizi protein tepung tempe yang terbuat dari varietas kedelai impor dan lokal', *Jurnal Pangan*, 23(1), pp. 33–42.
- Mursyid, Astawan, M., Muchtadi, D. and Suwarno, M. (2014) 'Evaluasi Nilai Gizi Protein Tepung Tempe yang Terbuat dari Varietas Kedelai Impor dan Lokal Evaluation on Protein Nutritional Value of Tempe Flour Made from Imported and Local Soybean Varieties', *Jurnal Pangan*, 23(1), pp. 33–42. Available at: <http://www.jurnalpangan.com/index.php/pangan/article/view/48>.
- De Onis, M. *et al.* (2019) 'Prevalence thresholds for wasting, overweight and stunting in children under 5 years', *Public Health Nutrition*, 22(1), pp. 175–179. doi:10.1017/S1368980018002434.
- De Onis, M., Blössner, M. and Borghi, E. (2012) 'Prevalence and trends of stunting among pre-school children, 1990-2020', *Public Health Nutrition*, 15(1), pp. 142–148. doi:10.1017/S1368980011001315.
- Schneider, C.A., Rasband, W.S. and Eliceiri, K.W. (2012) 'NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis', *Nature Methods*, 9(7), pp. 671–675. doi:10.1038/nmeth.2089.
- Suriani, B. *et al.* (2021) 'Fermented soybean cake nugget (tempeh) as an alternative for increasing weight of little children aged 36–60 months', *Gaceta Sanitaria*, 35, pp. S382–S384. doi:10.1016/j.gaceta.2021.10.056.
- Tollenaar, L.S.A. *et al.* (2016) 'Color Difference in Placentas with Twin Anemia-Polycythemia Sequence: An Additional Diagnostic Criterion?', *Fetal Diagnosis and Therapy*, 40(2), pp. 123–127. doi:10.1159/000442154.
- Tunick, M.H. *et al.* (2013) 'Critical evaluation of crispy and crunchy textures: A review', *International Journal of Food Properties*, 16(5), pp. 949–963. doi:10.1080/10942912.2011.573116.
- UNICEF (2020) 'Levels and trends in child malnutrition: Report 2020', *UNICEF Regions*, pp. 21–25. Available at: <https://www.unicef.org/media/79371/file/UN-IGME-child-mortality-report-2020.pdf.pdf>.
- Verma, V., Singh, Z. and Yadav, N. (2020) 'Research Trends in Food Technology and Nutrition', *Research Trends in Food Technology and Nutrition* [Preprint], (March). doi:10.22271/ed.book.905.
- Walson, J.L. and Berkley, J.A. (2018) 'The impact of malnutrition on childhood infections', *Current Opinion in Infectious Diseases*, 31(3), pp. 231–236. doi:10.1097/QCO.0000000000000448.
- Wang, B. *et al.* (2021) 'Insights into formation, detection and removal of the beany flavor in soybean protein', *Trends in Food Science and Technology*, 112(April), pp. 336–347. doi:10.1016/j.tifs.2021.04.018.
- World Health Organization (2010) 'WHO, UNICEF, WFP and UNHCR Consultation on the Programmatic Aspects of the Management of Moderate Acute Malnutrition in Children under five years of age', (February), pp. 1–18.
- Zhao, D. *et al.* (2020) 'Evaluation of color difference in placenta with Twin Anemia Polycythemia Sequence.', *Journal of Visualized Experiments*, 160(e61312), p. 12.