

RESEARCH STUDY

Indonesian Version

OPEN ACCESS

Pengaruh Substitusi Tempe, Penambahan *Puree* Wortel dan *Puree* Daun Kelor terhadap Kandungan Protein, Serat Pangan, Zat Besi, dan Bioaksesibilitas Zat Besi Sosis Sapi

Effect of Tempeh Substitution, Addition of Carrot Puree and Moringa Leaf Puree on Protein, Fiber, Iron Content, and Iron Bioaccessibility of Beef Sausage

Elsa Carla Azizi¹, Rimbawan Rimbawan², Sri Anna Marliyati^{2*}¹Mahasiswa S2 Ilmu Gizi, Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor, Indonesia²Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor, Indonesia**INFO ARTIKEL**

Received: 03-04-2024

Accepted: 06-12-2024

Published online: 14-03-2025

***Koresponden:**

Sri Anna Marliyati

marliyati@apps.ipb.ac.id

DOI:

10.20473/amnt.v9i1.2025.14-19

Tersedia secara online:[https://e-](https://e-journal.unair.ac.id/AMNT)[journal.unair.ac.id/AMNT](https://e-journal.unair.ac.id/AMNT)**Kata Kunci:**Sosis, Tempe, *Puree* Wortel,*Puree* Daun Kelor,

Bioaksesibilitas Zat Besi

ABSTRAK

Latar Belakang: Kasus anemia zat besi pada remaja putri di Indonesia masih tinggi. Salah satu upaya untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan memformulasi produk sosis yang harganya murah, memiliki mutu protein, zat besi dan serat pangan yang relatif tinggi.

Tujuan: Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh substitusi tempe, penambahan *puree* wortel dan *puree* daun kelor terhadap kandungan protein, serat pangan, zat besi dan bioaksesibilitas Fe pada sosis sapi.

Metode: Penelitian ini merupakan esperimental murni yaitu pengembangan formula sosis dan analisis kandungan protein, serat pangan, zat besi dan bioaksesibilitas zat besi pada sosis sapi. Desain penelitian menggunakan Rancangan Faktorial dengan 3 faktor, yaitu substitusi tempe, penambahan *puree* wortel dan penambahan *puree* daun kelor.

Hasil: Kandungan protein sosis tidak dipengaruhi oleh semua faktor penelitian maupun interaksi antar faktor, dengan jumlah antara 16,26%-17,12%. Kandungan serat pangan sosis hanya dipengaruhi oleh substitusi tempe, berkisar antara 6,27%-6,91%. Kandungan zat besi sosis hanya dipengaruhi oleh substitusi tempe, dengan jumlah berkisar antara 11,89-13,84 mg/100 g. Bioaksesibilitas zat besi sosis dipengaruhi oleh substitusi tempe dan penambahan *puree* daun kelor, bioaksesibilitas berkisar antara 84,35%-87,10%, nilai rata-rata tertinggi pada perlakuan substitusi tempe 40%, penambahan *puree* wortel 20% dan penambahan *puree* daun kelor 6%.

Kesimpulan: Substitusi tempe berpengaruh terhadap kandungan serat pangan, kandungan zat besi dan bioaksesibilitas zat besi. Penambahan *puree* wortel tidak berpengaruh terhadap semua parameter. Penambahan *puree* daun kelor hanya berpengaruh terhadap bioaksesibilitas zat besi.

PENDAHULUAN

Remaja putri merupakan salah satu kelompok yang rentan mengalami anemia, karena sudah mengalami siklus menstruasi setiap bulan. Kebutuhan asupan zat besi meningkat untuk menggantikan kehilangan zat besi pada masa menstruasi¹. Remaja putri usia 13-18 tahun membutuhkan zat besi sebesar 15 mg/hari².

Kasus anemia zat besi pada remaja putri di Indonesia masih tinggi². Untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan pemberian makanan yang tinggi Fe dan relatif disukai oleh remaja. Salah satu makanan yang saat ini relatif disukai oleh remaja sebagai *snack* atau lauk adalah sosis.

Sosis adalah hasil olahan daging yang diproses dengan cara dihaluskan dan diawetkan, sehingga dapat

diproses lebih lanjut menjadi berbagai macam hidangan. Sosis memiliki umur simpan lebih lama karena adanya proses pengawetan melalui proses penggaraman³. Kandungan protein dan kadar asam lemak jenuh sosis hewani umumnya relatif tinggi⁴. Konsumsi sosis hewani secara berlebihan bisa berakibat pada jantung koroner dan penyakit lainnya, karena kandungan asam lemak jenuhnya biasanya sekitar 30%⁵. Selain itu sosis hewani harganya juga relatif mahal, karena itu perlu upaya untuk mensubstitusi bahan hewani dengan bahan nabati yang relatif lebih murah tetapi memiliki mutu protein yang setara dengan mutu protein hewani. Salah satu produk nabati yang memiliki mutu protein setara dengan protein hewani adalah tempe. Substitusi dengan tempe dan penambahan *puree* wortel cenderung meningkatkan kandungan energi dan protein serta menurunkan

kandungan lemak dan karbohidrat sosis sapi yang dihasilkan⁶.

Tempe merupakan makanan asli Indonesia yang bergizi dan merupakan hasil fermentasi dari kedelai. Selama proses fermentasi terjadi penurunan senyawa antinutrisi, seperti tanin atau fitat⁷. Hal ini disebabkan oleh enzim yang diproduksi oleh bakteri (β -glukosidase) yang melepaskan mikronutrien dan antioksidan dari ikatan terkonjugasinya⁷. Tempe banyak diminati oleh masyarakat karena selain rasanya yang gurih dan lezat, tempe juga mengandung banyak gizi⁸. Indonesia merupakan negara produsen tempe terbesar di Asia. Konsumsi kedelai Indonesia 50% dalam bentuk tempe, 40% tahu dan 10% dalam bentuk makanan lain (seperti tauco, kecap dan lainnya)⁹.

Selain berpeluang mengalami anemia Fe, remaja putri cenderung kurang suka mengonsumsi sayuran. Konsumsi serat buah dan sayur 95,5% masyarakat Indonesia berusia 5 tahun ke atas kurang dari 5 porsi per harinya¹⁰. Serat pangan merupakan bagian dari pertumbuhan yang tidak dapat dicerna atau diserap oleh tubuh. Sumber serat meliputi sayuran, buah-buahan, kacang-kacangan, biji-bijian, dan produk gandum¹¹. Salah satu sayuran yang memiliki serat pangan tinggi dan relatif disukai remaja adalah wortel.

Tanaman wortel (*Daucus carota*) merupakan sayuran yang produksinya cukup tinggi di Indonesia. Tanaman wortel merupakan sayuran semusim yang umur panennya kurang dari setahun, yang mengandung berbagai vitamin, garam mineral dan lain-lain¹². Kandungan betakaroten dan flavonoid wortel relatif tinggi. Kedua senyawa tersebut bersifat sebagai antioksidan yang bermanfaat bagi tubuh¹³.

Untuk meningkatkan kandungan zat besi pada produk sosis perlu ditambahkan bahan yang memiliki kandungan zat besi relatif tinggi, salah satu bahan tersebut adalah daun kelor. Indonesia juga kaya akan

berbagai jenis tanaman kelor (*Moringa oleifera*). Menurut penelitian terdahulu¹⁴, selain dapat dikonsumsi bagian polong muda dan daunnya, kelor sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia karena kaya akan kandungan berbagai macam zat gizi, baik makro maupun mikro. Kandungan protein, lemak, kalsium dan zat besi pada sosis yang diformulasi dengan ekstrak air daun dan biji kelor secara nyata lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol¹⁵.

Pada penelitian ini diformulasikan produk sosis yang harganya lebih murah daripada sosis hewani, tetapi memiliki mutu protein yang relatif setara. Selain itu mengandung zat besi relatif tinggi dan juga mengandung serat pangan yang relatif tinggi. Produk sosis dengan harga relatif lebih murah dengan kandungan dan mutu protein yang setara dengan sosis komersial, mengandung zat besi dan serat pangan lebih tinggi dari pada sosis komersial merupakan alternatif jajanan sehat khususnya untuk remaja putri. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh substitusi tempe, penambahan *puree* wortel dan *puree* daun kelor terhadap kandungan protein, serat pangan, zat besi dan bioaksesibilitas Fe pada sosis sapi.

METODE

Penelitian ini merupakan eskperimental murni yaitu pengembangan formula sosis dan analisis kandungan protein, serat pangan, zat besi dan bioaksesibilitas Fe pada sosis sapi. Kandungan zat besi adalah total zat besi yang terkandung dalam produk, sedangkan bioaksesibilitas zat besi adalah persentase zat besi yang diperoleh setelah melalui proses pencernaan di mulut, lambung dan usus halus sehingga berpeluang untuk dapat diserap oleh dinding usus halus. Desain penelitian menggunakan Rancangan Faktorial dengan 3 faktor, yaitu substitusi tempe (30% dan 40%), penambahan *puree* wortel (10% dan 20%) dan penambahan *puree* daun kelor (4% dan 6%).

Tabel 1. Desain eksperimen penelitian sosis sapi dengan substitusi tempe, penambahan *puree* wortel dan *puree* daun kelor

Perlakuan	W1		W2	
	K1	K2	K1	K2
T1	T1W1K1 (F1)	T1W1K2 (F2)	T1W2K1 (F3)	T1W2K2 (F4)
T2	T2W1K1 (F5)	T2W1K2 (F6)	T2W2K1 (F7)	T2W2K2 (F8)

F=formula, T=substitusi tempe, W=penambahan *puree* wortel, K=penambahan *puree* daun kelor, T1=30%, T2=40%, W1=10%, W2=20%, K1=4%, K2=6%. Persentase bahan dihitung dari berat total daging sapi dan tempe.

Bahan untuk setiap formula sosis adalah daging sapi, tempe, *puree* wortel, *puree* daun Kelor, tepung tapioka, susu bubuk skim, merica, bawang putih, NaCl, gula pasir, es batu dan minyak goreng. Berat daging sapi tanpa substitusi tempe adalah 250 g, berat daging sapi

berkurang sebanyak substitusi tempe yang digunakan. Formulasi Sosis Sapi dengan Substitusi Tempe, Penambahan *Puree* Wortel dan *Puree* Daun Kelor disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Formulasi sosis sapi dengan substitusi tempe, penambahan *puree* wortel dan *puree* daun kelor

Bahan	Formula							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Daging Sapi (g)	175	175	175	175	150	150	150	150
Tempe (g)	75	75	75	75	100	100	100	100
<i>Puree</i> Wortel (g)	25	25	50	50	25	25	50	50
<i>Puree</i> Daun Kelor (g)	10	15	10	15	10	15	10	15
Tepung Tapioka (g)	40	40	40	40	40	40	40	40
Susu Bubuk Skim (g)	30	30	30	30	30	30	30	30
Merica (g)	3	3	3	3	3	3	3	3
Bawang Putih (g)	15	15	15	15	15	15	15	15

Bahan	Formula							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
NaCl (g)	10	10	10	10	10	10	10	10
Gula Pasir (g)	7	7	7	7	7	7	7	7
Es Batu (g)	50	50	50	50	50	50	50	50
Minyak Goreng (g)	20	20	20	20	20	20	20	20

g=gram, F=formula, F1-F8=perlakuan sesuai dengan desain eksperimen

Tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) formulasi dan pembuatan sosis; 2) analisis protein (makro kjeldahl); 3) analisis serat pangan (enzimatik-gravimetri); 4) analisis zat besi (AAS); analisis bioaksesibilitas zat besi (AAS). Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan yang digunakan dalam pembuatan sosis. Bahan utama yang digunakan untuk pembuatan sosis adalah daging sapi, tempe dan wortel yang diperoleh dari pasar Wonokromo, Surabaya serta daun kelor yang diperoleh dari Bojonegoro atau Sumenep. Bahan-bahan lainnya dalam pembuatan sosis dibeli di pasar Wonokromo, Surabaya. Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan sosis yaitu *food processor*, *stuffer* sosis, timbangan digital, baskom, blender, risopan, *tray*, *stockpot*, *ladlle*, *strainer*, talenan, spatula, kompor, pisau, piring, sendok makan, sendok teh, *refrigerator* dan *freezer*.

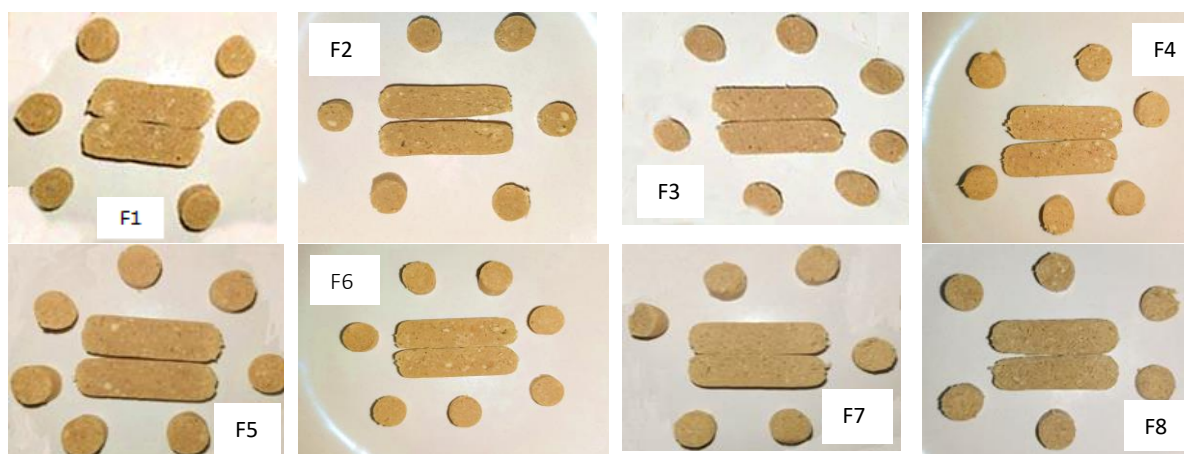
Bahan untuk analisis adalah H₂SO₄, HClO₄, HNO₃, air bebas ion, enzim pepsin, pankreatin, ekstrak empedu (Sigma B-8631), bufer PIPES [piperazine-NN'-bis (2-ethane-sulfonic acid)] disodium salt (Sigma P-3768), HCl,

NaHCO₃, KOH, distilasi Bidwell-Sterling. Alat untuk analisis adalah penangas air bergoyang (Geselifchaft fur Labortechnik Type 1083), neraca analitik (Precisa XT-220A), tabung dialisis Spectra/Por® I dengan MWCO 6000-8000 (Spectrum, USA), tabung dialisis ukuran diameter 5 cm, kromameter (Minolta Chromameter CR-310), Spektrofotometer Absorpsi Atom (Solaar MS), peralatan gelas untuk keperluan analisis, Makro Kjeldhal, *Spektrofotometer Ultraviolet-Visible* (UVVIS). Semua data yang terkumpul meliputi data uji sensori, hasil analisis protein, serat pangan, zat besi dan bioaksesibilitas zat besi dianalisis menggunakan statistik parametrik yaitu Analisis Varian (ANOVA) tiga faktor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk Sosis

Produk sosis yang dihasilkan berwarna merah kecoklatan dengan tekstur kenyal. Warna kecoklatan disebabkan oleh substitusi tempe yang berwarna cenderung coklat. Pada gambar berikut dapat dilihat penampang lintang (irisian) dan potongan sosis.



Substitusi Tempe, Penambahan *puree* wortel, Penambahan *puree* daun kelor

F1=30%, 10%, 4% F2=30%, 10%, 6% F3=30%, 20%, 4% F4=30%, 20%, 6%
F5=40%, 10%, 4% F6=40%, 10%, 6% F7=40%, 20%, 4% F8=40%, 20%, 6%

Gambar 1. Sosis Sapi Substitusi Tempe, Penambahan *Puree* Wortel dan *Puree* Daun Kelor

Tabel 3. Kandungan Protein, Serat Pangan, Zat Besi dan Bioaksesibilitas Zat Besi

Perlakuan	Protein (%bb)	Serat (%bb)	Fe (mg)	Bio Ass Fe (%)
F1	16,77±0,25 ^{Aax}	6,27±0,064 ^{Aax}	13,84±0,25 ^{Bax}	84,35±0,61 ^{Aax}
F2	16,26±1,05 ^{Aax}	6,39±0,11 ^{Aax}	13,03±0,46 ^{Bax}	85,50±0,87 ^{Aax}
F3	16,80±0,52 ^{Aax}	6,55±0,41 ^{Aax}	12,88±0,14 ^{Bax}	85,11±1,48 ^{Aax}
F4	16,84±0,06 ^{Aax}	6,33±0,48 ^{Aax}	12,39±0,46 ^{Aax}	85,83±0,21 ^{Bay}
F5	17,03±0,14 ^{Aax}	6,46±0,56 ^{Aax}	12,22±0,39 ^{Aax}	86,07±0,74 ^{Bay}
F6	17,10±0,06 ^{Aax}	6,90±0,18 ^{Bax}	12,52±0,94 ^{Aax}	86,89±0,18 ^{Bay}
F7	17,12±0,46 ^{Aax}	6,91±0,09 ^{Bax}	11,89±1,48 ^{Aax}	86,97±0,08 ^{Bay}
F8	16,69±0,44 ^{Aax}	6,79±0,04 ^{Bax}	12,67±0,25 ^{Aax}	87,10±0,35 ^{Bay}

%bb = persen berat basah, mg = miligram, ^{A-B}) Faktor A yaitu substitusi tempe, ^{a-b}) Faktor B yaitu kolom penambahan *puree* wortel, ^{x-y}) Faktor C yaitu penambahan *puree* daun kelor. ^{A, B, a, b, x, y} = notasi huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan

bahwa tidak ada perbedaan yang substansial di antara kelompok-kelompok tersebut ($p\text{-value} > 0,05$)

Kandungan Protein

Kandungan protein sosis tidak dipengaruhi oleh semua faktor penelitian maupun interaksi antar faktor, hal ini menunjukkan bahwa substitusi tempe tidak berpengaruh terhadap kandungan protein sosis sapi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa substitusi tempe tidak menurunkan kandungan protein sosis sapi. Hasil ini sejalan dengan temuan Azizi *et al*^{6,16} dan Estiningtyas¹⁶ yang menyatakan bahwa substitusi tempe meningkatkan kandungan protein sosis. Rahmayanti *et al*¹⁷ menyatakan bahwa semakin tinggi penambahan tepung daun kelor maka kandungan protein sosis tempe semakin meningkat. Kandungan protein sosis sapi berkisar antara 16,26%-17,12%, berarti sosis sapi yang dihasilkan telah memenuhi standar SNI 01-3820-1995¹⁸ yang menentukan batas minimum kadar protein sosis daging sapi adalah 13%. Kandungan protein dari produk terbaik adalah 16,62% dan mampu memenuhi 33,24% AKG (Angka Kecukupan Gizi) anak usia 10-12 tahun⁶.

Kandungan Serat Pangan

Kandungan serat pangan sosis hanya dipengaruhi oleh substitusi tempe, sedangkan penambahan *puree* wortel, penambahan *puree* daun kelor maupun interaksi antar faktor tidak berpengaruh, hal ini diduga karena tempe mengandung serat pangan yang relatif tinggi. Hal tersebut sejalan dengan hasil pengolahan data yang menunjukkan bahwa kandungan serat pangan pada sosis sapi yang disubstitusi dengan 40% tempe lebih tinggi dibandingkan dengan 30%. Kandungan serat pangan sosis sapi berkisar antara 6,27%-6,91%. Kadar serat pangan yang relatif tinggi diduga karena *puree* wortel dan *puree* daun kelor adalah bahan yang mengandung serat pangan relatif tinggi, walaupun secara statistik kedua bahan tersebut tidak berpengaruh terhadap kandungan serat pangan. Sosis sapi substitusi jantung pisang batu dengan metode pengukusan mengandung serat 7,81% dan metode perebusan mengandung serat 7,77%¹⁹. Hasil ini berbeda dengan Prayitno *et al* yang menyatakan bahwa semakin tinggi substitusi bahan pengisi tepung labu kuning maka kandungan serat juga semakin tinggi. Rahmayanti *et al* juga menyatakan bahwa kandungan serat sosis tempe semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya penambahan tepung daun kelor^{20,17}.

Kandungan Zat Besi

Kandungan zat besi sosis hanya dipengaruhi oleh substitusi tempe, sedangkan penambahan *puree* wortel, penambahan *puree* daun kelor maupun interaksi antar faktor tidak berpengaruh. Peningkatan substitusi tempe ternyata menurunkan kandungan zat besi. Hal tersebut diduga karena kandungan zat besi daging sapi relatif lebih tinggi dibandingkan dengan tempe. Kandungan zat besi sosis sapi berkisar antara 11,89-13,84 mg/100 g. Sosis substitusi tepung tempe 60% mengandung protein sebesar 23,24%, zat besi 2,14 mg/100 g, dan β -karoten 1,25 mg/100 g¹⁷.

Bioaksesibilitas Zat Besi

Bioaksesibilitas zat besi sosis dipengaruhi oleh substitusi tempe dan penambahan *puree* daun kelor,

sedangkan penambahan *puree* wortel maupun interaksi antar faktor tidak berpengaruh. Peningkatan substitusi tempe dan penambahan *puree* daun kelor meningkatkan bioaksesibilitas zat besi. Tingginya bioaksesibilitas zat besi pada tempe, terjadi karena enzim yang diproduksi oleh bakteri (β -glukosidase) melepaskan mikronutrien dan antioksidan dari ikatan terkonjugasinya⁷. Secara keseluruhan, fermentasi dapat menjadi teknik yang berharga untuk meningkatkan bioaksesibilitas kalsium dan zat besi dalam berbagai sumber makanan^{21,22,23-25}. Sementara itu, pada daun kelor matriks pengikat zat besi mungkin tidak terlalu kuat sehingga pada saat proses pembuatan *puree*, zat besinya lebih mudah untuk terlepas. Metode fermentasi mungkin berguna untuk menghasilkan pangan fungsional dengan peningkatan bioavailabilitas mikronutrien esensial, yang dapat membantu meringankan defisiensi mikronutrien²⁶. Bioaksesibilitas zat besi sosis sapi berkisar antara 84,35%-87,10%, nilai rata-rata tertinggi pada perlakuan substitusi tempe 40%, penambahan *puree* wortel 20% dan penambahan *puree* daun kelor 6%.

Kelebihan dan Kekurangan Penelitian

Produk sosis yang dihasilkan mengandung protein, serat pangan dan zat besi yang relatif tinggi dengan bioaksesibilitas zat besi yang juga tinggi. Produk ini layak untuk jajanan alternatif bergizi untuk remaja putri yang mengalami anemia. Pada penelitian ini hanya dilakukan pengujian bioaksesibilitas zat besi yang belum menjamin bahwa zat besi yang tercerna itu juga dapat terserap dengan baik, karena itu perlu dilanjutkan untuk menguji bioavailabilitas zat besi.

KESIMPULAN

Substitusi tempe berpengaruh terhadap kandungan serat pangan, kandungan zat besi dan bioaksesibilitas zat besi, tetapi tidak berpengaruh terhadap kandungan protein. Penambahan *puree* wortel tidak berpengaruh terhadap semua parameter. Penambahan *puree* daun kelor hanya berpengaruh terhadap bioaksesibilitas zat besi. Sementara itu interaksi antar faktor juga tidak berpengaruh terhadap semua parameter.

ACKNOWLEDGEMENT

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Rektor IPB University yang telah memberikan kesempatan untuk berkuliah di Institut Pertanian Bogor.

KONFLIK KEPENTINGAN DAN SUMBER PENDANAAN

Tim penulis tidak memiliki konflik kepentingan dan penelitian ini didanai secara mandiri. Artikel penelitian ini tidak dipengaruhi oleh konflik kepentingan apapun dari pihak penulis. Penelitian ini sepenuhnya dibiayai oleh penulis pertama.

KONTRIBUSI PENULIS

ECA: konseptualisasi, kurasi data, analisis formal, perolehan pendanaan, investigasi, metodologi, administrasi proyek, sumber daya, perangkat lunak, validasi, visualisasi, peran/penulisan-draf asli, penulisan-

tinjauan & penyuntingan; RR & SAM: supervisor, reviewer dan pembimbing penulisan artikel.

REFERENSI

1. Khobibah, K., Nurhidayati, T., Ruspita, M., & Astyandini, B., Kebidanan, J. Anemia Remaja dan Kesehatan Reproduksi. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Kebidanan* **3**, 11–17 (2021). <https://doi.org/10.26714/jpmk.v3i2.7855>
2. Kementerian Kesehatan RI. Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2018. *Katalog Dalam Terbitan. Kementerian Kesehatan RI* 1–556 (2019).
3. Murafikha, Muh Aniar Hari & Deny Utomo. Pengaruh proporsi biji nangka (*Artocarpus heterophyllus* L.) dan kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.) pada pembuatan sosis nabati. *TEKNOLOGI PANGAN: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian* **12**, 140–153 (2019). <https://doi.org/10.35891/tp.v12i1.2467>
4. Hidayat, B. T., Wea & Andriati. Physicochemical, sensory attributes and protein profile by SDS-PAGE of beef sausage substituted with texturized vegetable protein. *Journal homepage* **2**, 20–31 (2018). [https://doi.org/10.26656/fr.2017.2\(5\)](https://doi.org/10.26656/fr.2017.2(5)).
5. Kim, D. H., Shin, D. M., Seo, H. G. & Han, S. G. Effects of konjac gel with vegetable powders as fat replacers in frankfurter-type sausage. *Asian-Australas J Anim Sci* **32**, 1195–1204 (2019). <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0781>
6. Azizi, E. C., Bahar, A. & Adi, A. C. The Effect of Tempeh Substitution and Addition of Carrot Puree on the Acceptability and Nutritional Value of Sausages for Snacks for School Children. in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* vol. 709 (IOP Publishing Ltd, 2021). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/709/1/012043>
7. Knez, E., Kadac-Czapska, K. & Grembecka, M. Effect of Fermentation on the Nutritional Quality of the Selected Vegetables and Legumes and Their Health Effects. *Life* vol. 13 (2023). <https://doi.org/10.3390/life13030655>
8. Puspita, K. Fortifikasi Tempe Berbahan Dasar Kedelai dan Biji Nangka. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian* vol. 2 (2016). <https://doi.org/10.26858/jptp.v2i1.5150>
9. Badan Standarisasi Nasional. *Tempe: Persembahan Indonesia Untuk Dunia*. www.bsn.go.id (2012).
10. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. *Profil Kesehatan Indonesia*. (2018).
11. Mayo Clinic Staff. Nutrition and Healthy Eating. *Healthy Lifestyle* **02**, 218–225 (2022).
12. Suwandi. *STATISTIK KONSUMSI PANGAN STATISTICS OF FOOD CONSUMPTION*. (2015).
13. Mira Lesmana. Buku Pintar Wortel. *Lembar langit Indonesia* 1–83 (2015).
14. Munim, A., Alwi, M. K. & Syam, A. Pengaruh Pemberian Tepung Daun Kelor Terhadap Penurunan Glukosa Darah Pada Penderita Pradiabetes Di Wilayah Kerja Puskesmas Samata Kab. Gowa. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Diagnosis* **13**, 605–611 (2019).
15. Abdel-Daim, M. M. *et al.* Ethanolic extract of moringa oleifera leaves influences NF-kb signaling pathway to restore kidney tissue from cobalt-mediated oxidative injury and inflammation in rats. *Nutrients* **12**, (2020). <https://doi.org/10.3390/nu12041031>
16. Estiningtyas, D. & Rustanti, N. Kandungan Gizi Sosis Substitusi Tepung Tempe dengan Bahan Pengisi Tepung Ubi Jalar Kuning (*Ipomoea batatas*) dan Bahan Penstabil Ekstrak Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) untuk PMT Ibu Hamil. *Journal of Nutrition College* **3**, 8–15 (2014). <https://doi.org/10.14710/jnc.v3i2.5118>
17. Rahmayanti, E. A., Ningtyas, F. W. & Baroya, N. Kadar protein, zat besi dan uji kesukaan sosis tempe dengan penambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*). *Ilmu Gizi Indonesia* **04**, 1–10 (2019). <https://doi.org/10.35842/ilgi.v4i1.153>
18. Badan Standarisasi Nasional. Standar Nasional Indonesia: Sosis Daging. (2015).
19. Nilandari & Ismalia Arief. Evaluasi Mutu dan Kandungan Serat Sosis Sapi Substitusi Jantung Pisang Batu dengan Metode Pengolahan Berbeda. *Karya Ilmiah Skripsi* 1–92 (2015).
20. Prayitno, H. A., Misyikah, F. & Soeparno. The Effect of Pumpkin Flour Filler Substitution on the Nutrition Facts of Beef Sausage. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis* **9**, 344–348 (2020). <http://dx.doi.org/10.33772/jitro.v9i2.21060>
21. Cilla, A. *et al.* *Innovative Thermal and Non-Thermal Processing, Bioaccessibility and Bioavailability of Nutrients and Bioactive Compounds*. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition 2019, Pages 209-239. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814174-8.00007-X>
22. Suvarna V.C., Nivetha N., Shraddha A.J., Abhishek R.U. (2018). Enhancement of bioavailable iron and calcium contents in fermented linseed (*Linum usitatissimum* L.) beverages. *Asian Journal of Dairy and Food Research*. 37(4): 331-334. doi: 10.18805/ajdfr.DR-1397.
23. Scheers, N., Rossander-Hulthen, L., Torsdottir, I. & Sandberg, A. S. Increased iron bioavailability from lactic-fermented vegetables is likely an effect of promoting the formation of ferric iron (Fe³⁺). *Eur J Nutr* **55**, 373–382 (2016). <https://doi.org/10.1007/s00394-015-0857-6>
24. Gabaza, M., Muchuweti, M., Vandamme, P. & Raes, K. Can fermentation be used as a sustainable strategy to reduce iron and zinc binders in traditional African fermented cereal porridges or gruels? *Food Reviews International* vol. 33 561–586 Preprint at <https://doi.org/10.1080/87559129.2016.1196491> (2017).
25. Prayitno, S. A. & Rahim, A. R. The Proportion of Moringa and Cassava Leaves on the Chemical and Sensory Properties of Chicken Nuggets. in *Journal of Physics: Conference Series* vol. 1764 (IOP

- Publishing Ltd, 2021). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1764/1/012032>
26. Samtiya, M., Aluko, R. E., Puniya, A. K. & Dhewa, T. Enhancing micronutrients bioavailability

through fermentation of plant-based foods: A concise review. *Fermentation* vol. 7 Preprint at <https://doi.org/10.3390/fermentation7020063> (2021).