



Pengaruh Substitusi Tepung Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) terhadap Kadar Serat Pangan Total Produk Crackers

Afa Risda Ziana Putri¹, Sudrajah Warajati Kisnawaty², Pramudya Kurnia³

^{1,2,3}Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Sukoharjo, Indonesia

Email: ¹afarisda17@gmail.com, ²swk329@ums.ac.id

Abstract

Nutritional issues in toddlers in Indonesia are still a focus, as evidenced by the high prevalence of malnutrition. The production of snack crackers made from *Moringa oleifera* leaf flour has the potential as an option to support fiber sufficiency and digestive system health in children. The present inquiry seeks to analyze the impact of *Moringa* leaf flour substitution on the content of total dietary fiber, water-soluble fiber, and water-insoluble fiber in cracker products. Experimental research involving four treatments of *Moringa* leaf flour substitution with two replications Fiber content analysis was executed using the enzymatic gravimetric method AOAC 991.43 standard and the data were subsequently analyzed using the One Way ANOVA test which was then followed by the Duncan Multiple Range Test (DMRT). There is an effect of *Moringa* leaf flour substitution on total dietary fiber, soluble fiber, and insoluble fiber with a *p* value of 0,000 ($p < 0.05$). The content of total dietary fiber, water-soluble fiber, and water-insoluble fiber in treatment A (0%) was 4,18; 0,28; and 3,90 gr/100 gr, treatment B (10%) was 6,66; 0,50; and 6,17 gr/100 gr, treatment C (15%) was 8,21; 0,55; and 7,66 gr/100 gr, and treatment D (20%) was 10,14; 0,68; and 9,45 gr/100 gr. The 10%, 15%, and 20% formulations contain high fiber because they have more than 6 g of dietary fiber per 100 gr of product and can help meet children's daily fiber needs and support improving nutritional status in children with underweight.

Keywords: Crackers, Dietary Fiber, *Moringa* Leaves, Underweight.

Abstrak

Isu gizi pada balita di Indonesia masih menjadi fokus yang salah satunya ditunjukkan dengan tingginya angka prevalensi gizi kurang. Makanan camilan *crackers* berbahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) memiliki potensi sebagai pilihan untuk mendukung kecukupan serat dan kesehatan sistem pencernaan pada anak-anak. Studi ini berfokus utama guna analisis pengaruh substitusi tepung daun kelor pada kandungan serat pangan total, serat larut air, dan serat tidak larut air pada produk *crackers*. Penelitian eksperimental yang melibatkan empat perlakuan substitusi tepung daun kelor dengan dua kali pengulangan. Analisis kandungan serat dilakukan menggunakan metode gravimetri enzimatis berdasarkan standar AOAC 991.43 dan dianalisa dengan uji One Way ANOVA lalu dilanjutkan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT). Sebagai hasil analisis, nilai sig. sejumlah 0,000 ($p < 0,05$) menjadi penanda hadirnya efek yang bermakna dari substitusi tepung daun kelor terhadap total serat pangan, serat larut, serta serat tidak larut. Kandungannya berturut-turut pada perlakuan A (0%) sebesar 4,18; 0,28; dan 3,90 g/100 g, perlakuan B (10%) sebesar 6,66; 0,50; dan 6,17 gr/100 gr, perlakuan C (15%) sebesar 8,21; 0,55; dan 7,66 gr/100 gr, serta perlakuan D (20%) sebesar 10,14; 0,68; dan 9,45 gr/100 gr. Formulasi 10%, 15%, serta 20% mengandung serat tinggi karena memiliki lebih dari 6 gr serat pangan per 100 gr produk dan dapat sebagai implikasi fungsional, hal tersebut berperan dalam membantu pemenuhan kebutuhan asupan serat pada anak serta mendukung perbaikan status gizi, terkhususnya bagi anak yang kekurangan gizi.

Kata Kunci: Crackers, Daun Kelor, Gizi Kurang, Serat Pangan.

1. PENDAHULUAN

Masalah gizi menjadi persoalan kesehatan publik yang masih dominan di berbagai negara berkembang, termasuk Indonesia. Kondisi kekurangan atau ketidakseimbangan asupan nutrisi pada anak usia bawah lima tahun perlu mendapat perhatian serius. Kecukupan serta proporsionalitas zat gizi pada kelompok usia ini menjadi aspek esensial guna mengoptimalkan pertumbuhan jasmani, maturasi fungsi kognitif, serta menjaga kondisi kesehatan secara holistik. Salah satu cara untuk mengetahui seberapa baik gizi balita adalah dengan mengukur berat badan idealnya yang harus diukur secara berkala setidaknya satu bulan sekali untuk memperoleh informasi terkait status gizi balita. Balita yang cenderung *underweight* pada usia 6-59 bulan ditentukan berdasarkan indikator Berat Badan menurut Umur (BB/U) yang di bawah minus dua standar deviasi ($<-2SD$) (Kemenkes RI, 2023). Mengacu daripada hasil SSGI tahun 2022 menunjukkan bahwa pada tingkat Provinsi Jawa Tengah, 17,0% balita memiliki berat badan kurang (Kemenkes RI, 2022). Sedangkan berdasarkan hasil SSGI tahun 2024 menunjukkan bahwa balita *underweight* sebesar 17,1%. Sebagai gambaran tren, pada tahun 2024 prevalensi balita *underweight* mengalami kenaikan sebesar 0,1% dibandingkan tahun 2022 sebelumnya. (Kemenkes RI, 2025).

Faktor langsung kurang gizi pada balita adalah rendahnya konsumsi makanan bergizi dan adanya penyakit infeksi seperti pneumonia, diare, sembelit, AIDS, campak, serta malaria. Faktor tidak langsung kurang gizi balita meliputi pengetahuan dan pendidikan ibu, status sosial ekonomi keluarga, serta metode pengasuhan anak (Wulan Sari et al., 2023). Berbagai upaya dilakukan untuk mengurangi masalah gizi kurang di Indonesia termasuk intervensi gizi untuk balita dengan PMT (Pemberian Makanan Tambahan). Pemberian PMT pada balita yang kekurangan nutrisi serta gizi hanya sebagai asupan tambahan. Tujuan dari program ini adalah mengembalikan kondisi gizi anak-anak dengan menyediakan makanan bergizi agar mereka dapat memenuhi kebutuhan nutrisi mereka. PMT bisa diproses dengan menggunakan bahan pangan lokal yang memiliki harga terjangkau (Hadju et al., 2023).

Crackers adalah sejenis biskuit yang berbentuk tipis, serta teksturnya lebih renyah saat dikonsumsi. *Crackers* ini sangat populer di berbagai kalangan karena dianggap sebagai camilan praktis yang digemari masyarakat (Jamaluddin et al., 2023). Dalam Statistik Konsumsi Pangan Tahun 2022 Kementerian Pertanian menunjukkan bahwa rerata konsumsi per kapita produk kue kering termasuk *crackers* sebesar 2.118 kg per tahun (Kementrian Pertanian, 2022). *Crackers* dipilih sebagai matriks pangan untuk fortifikasi tepung daun kelor tidak hanya karena tingkat popularitasnya yang tinggi, tetapi juga karena *crackers* merupakan pangan kering dengan kadar air rendah sehingga memiliki daya simpan yang relatif panjang, yang memungkinkan stabilitas komponen gizi seperti serat dari daun kelor tetap terjaga selama penyimpanan. Hal ini sejalan dengan penelitian Astuti et al., (2023) yang menyatakan bahwa kandungan air dalam bahan pangan ikut menentukan tingkat penerimaan, kesegaran dan daya tahan makanan tersebut. Pada proses pemanggangan biskuit, terjadi proses pemanasan dan proses pengurangan kadar air. Kadar air pada biskuit akan mempengaruhi penerimaan konsumen terutama tingkat kesukaan terhadap tekstur atau kerenyahan.

Crackers sering disajikan dengan berbagai tambahan komposisi untuk meningkatkan nilai gizi dan rasa. Tepung terigu adalah bahan pokok yang digunakan pada proses pengolahan *crackers*. Namun, daun kelor mempunyai kandungan serat pangan yang melebihi dari tepung terigu. Berdasarkan Komposisi Pangan Indonesia yang dikeluarkan oleh Kemenkes RI (2020) kandungan serat dari tepung terigu sebesar 0,3 gr/100gr. Sedangkan menurut (Yunita et al., 2022) kandungan serat daun kelor kering

sebesar 35,34 gr/100 gr. Dari perbandingan tersebut dapat terlihat bahwa daun kelor kering berserat pangan lebih banyak dengan serat pangan pada tepung terigu. Dengan demikian, semakin banyak tepung daun kelor yang digunakan maka akan meningkatkan kadar serat pada produk akhir secara signifikan (Fajrianti et al., 2025). Penggunaan daun kelor disarankan menggunakan daun kelor yang telah diolah menjadi tepung. Tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) memiliki kandungan serat yang tinggi karena telah mengalami proses pengeringan yang mampu menurunkan kadar air. Secara kimia, pengeringan menyebabkan penurunan kadar air melalui penguapan, sehingga komponen non-air seperti serat menjadi lebih terkonsentrasi. Oleh karena itu, semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu pengeringan, maka persentase kadar serat akan meningkat. Peningkatan ini terjadi karena berkurangnya kandungan air yang menyebabkan proporsi serat menjadi lebih besar (Tambunan et al., 2017).

Salah satu faktor yang berkontribusi pada gizi kurang adalah konsumsi serat makanan yang tidak memadai. Serat pangan atau dietary fiber (DF), termasuk dalam jenis karbohidrat utuh yang sulit dicerna oleh tubuh yang letaknya pada dinding sel tumbuhan. Serat merupakan bagian dari zat gizi yang penting untuk pencernaan dalam tubuh. Serat adalah nutrisi yang diperlukan oleh anak untuk mengatur sistem pencernaan. Jenis serat pangan terbagi menjadi dua kategori mengacu pada tingkat kelarutannya, yaitu tidak larut air dan larut air (Anita et al., 2023). Serat pangan tidak larut air biasanya dikaitkan dengan proses absorpsi air serta regulasi fungsi usus. Sebaliknya, serat pangan larut air dianggap dekat penurunan kolesterol dan absorpsi glukosa di usus (Sunarti, 2018). Serat pangan membantu proses pencernaan bayi dan memulai produksi tinja pada balita serta mampu menyeimbangkan mikrobioma efektif dalam memperkuat daya tahan peradangan dan infeksi misalnya diare dan sembelit. Serat yang cukup dalam makanan membantu usus tetap sehat dan mengurangi risiko penyakit infeksi yang dapat menghambat penyerapan nutrisi (Asmawati, 2023). Kebutuhan serat pada balita usia 1-6 tahun yang dianjurkan menurut Angka Kecukupan Gizi (AKG) tahun 2019 sebanyak 19-20 gram dalam sehari (Kemenkes RI, 2019).

Daun kelor merupakan bahan lokal yang dapat banyak diperoleh, namun jarang dimanfaatkan. Daun kelor dapat diubah menjadi bubuk sebagai bahan pendukung pembuatan produk dan mampu memperpanjang umur simpan suatu produk (Srimati & Agestika, 2022). Daun ini dapat digunakan dalam mendukung pengolahan keragaman pangan untuk meningkatkan kandungan gizi (Moedjiherwati et al., 2023). Oleh karenanya, produk *crackers* dari penambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) diharapkan kaya kandungan serat cenderung membuat meningkatnya asupan serat harian balita yang sering kali rendah dan meningkatkan keseimbangan mikrobiota usus, yang penting untuk mendukung kesehatan pencernaan balita. sebagai upaya preventif, aspek ini memiliki signifikansi tinggi dalam mencegah terjadinya kondisi gizi kurang pada balita, yang sering disebabkan oleh ketidakmampuan tubuh balita untuk menyerap nutrisi secara efektif. Berdasarkan hal tersebut, Tujuan utama studi berfokus untuk mengidentifikasi pengaruh dari substitusi tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) pada kadar serat total, serat larut air, dan serat tidak larut air dalam produk *crackers*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Sebagai pendekatan ilmiah berbasis eksperimen, penelitian ini diarahkan untuk mengkaji dampak substitusi tepung daun kelor terhadap serat dalam *crackers*. Kerangka metodologis yang diterapkan berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) sebagai desain penelitian yang digunakan, karena seluruh perlakuan diterapkan pada unit percobaan yang homogen tanpa adanya pengelompokan khusus. Penelitian ini terdiri dari empat perlakuan dengan dua kali pengulangan, sehingga diperoleh delapan unit percobaan.

Adapun perlakuan yang diberikan meliputi PA sebagai kontrol (substitusi 0% tepung daun kelor dari berat tepung terigu), PB dengan substitusi 10%, PC dengan substitusi 15%, dan PD dengan substitusi 20% tepung daun kelor dari berat tepung terigu. Variasi tingkat substitusi ini bertujuan untuk melihat sejauh mana penggantian sebagian tepung daun kelor memengaruhi kadar serat pangan total pada hasil olahan *crackers*.

Pemilihan rentang substitusi 10–20% didasarkan pada pertimbangan keseimbangan antara peningkatan nilai gizi dan mutu produk. Substitusi dalam jumlah rendah seperti 5% umumnya belum memberikan peningkatan kadar serat yang signifikan, sehingga perbedaan antar perlakuan kurang terlihat secara nyata. Formula terbaik adalah yang difortifikasi dengan tepung daun kelor tingkat 10% (Ariani et al., 2023). Sebaliknya, substitusi di atas 20% berpotensi menurunkan mutu fisik dan sensori produk, seperti tekstur menjadi lebih keras atau rapuh, warna semakin gelap, serta muncul rasa khas daun kelor yang lebih dominan. Pemilihan kisaran ini juga didukung oleh penelitian terdahulu Afifah et al., (2024), yang menunjukkan bahwa penggunaan substitusi tepung daun kelor pada rentang menengah menghasilkan keseimbangan terbaik antara peningkatan kandungan gizi dan penerimaan produk.

Proses pembuatan *crackers* substitusi daun kelor dilakukan secara *home scale* di rumah peneliti dengan mengikuti prosedur pembuatan *crackers* pada umumnya, mulai dari pencampuran bahan, pembentukan adonan, hingga proses pemanggangan dengan mempertimbangkan standar prosedur pengolahan pangan yang higienis. Tepung daun kelor yang digunakan adalah produk komersial bermerk “Morifa” dengan tingkat kehalusan 500 mesh dan diolah selama 16 jam dengan metode pengovenan pada suhu 30–40°C. Sementara itu, Laboratorium Analisa CV. Chem-Mix Pratama, Bantul, DIY menjadi lokasi diselenggarakannya pengecekan analisis kandungan serat pangan. Analisis kandungan serat dilakukan bermetode gravimetri enzimatis mengacu standar AOAC *Official Methods of Analysis* (OMA) 991.43, yang merupakan metode baku untuk analisis serat pangan total, serat larut, dan serat tidak larut. Setiap sampel dianalisis sebanyak dua kali pengulangan (*duplo*) untuk meningkatkan ketelitian dan keakuratan hasil yang diperoleh.

Prosedur pengujian serat pangan diawali dengan penimbangan *crackers* daun kelor sebanyak 0,5 gram, kemudian ditambahkan larutan buffer fosfat dengan pH 7 serta enzim α -amilase. Campuran tersebut dilakukan pemanasan 30 menit bersuhu 100°C untuk menguraikan pati menjadi komponen yang lebih sederhana melalui proses hidrolisis. Selanjutnya, suhu sampel diturunkan hingga dingin dan ditambahkan air destilasi, larutan HCl 1 N, serta enzim pepsin untuk mensimulasikan kondisi pencernaan di lambung, lalu dipanaskan kembali 30 menit. Tahap selanjutnya dilakukan dengan menambahkan larutan NaOH 1 N dan enzim β -amilase, kemudian diinkubasi dalam rentang 1 jam untuk melanjutkan hidrolisis komponen non-serat. Setelah proses enzimatis selesai, sampel disaring untuk memisahkan residu dan filtrat. Sebagai fraksi serat pangan tidak larut, residu yang terbentuk selanjutnya melalui proses pencucian, diikuti pengeringan dalam oven bersuhu 105°C sampai massa konstan, selanjutnya dilakukan pendinginan di desikator, dan pada tahap akhir dilakukan penimbangan. Filtrat yang dihasilkan kemudian ditambahkan etanol 95% untuk mengendapkan serat pangan larut. Sebagai serat pangan larut, endapan yang terbentuk kemudian melalui proses penyaringan, pencucian, pengeringan menggunakan oven, pendinginan, serta penimbangan. Sebagai parameter komposit, nilai serat pangan total ditentukan melalui hasil akumulatif dari serat pangan tidak larut serta yang larut.

Data kemudian diolah menggunakan aplikasi IBM SPSS versi 2.0. Analisis statistik diterapkan dengan memanfaatkan uji One Way ANOVA bertaraf 95% ($\alpha = 0,05$) guna memperoleh informasi apakah terdapat beda yang signifikan antar perlakuan. Sebagai

prasyarat dalam analisis parametrik, data terlebih dahulu melalui pengujian asumsi berupa normalitas dan homogenitas sebelum dilakukannya uji ANOVA. Ketika hasil ANOVA mengindikasikan adanya perbedaan yang bermakna, analisis kemudian menggunakan uji DMRT guna mengidentifikasi kelompok perlakuan yang menunjukkan perbedaan nyata antar satu dengan lainnya. Penggunaan uji lanjutan ini bertujuan untuk memberikan informasi yang lebih rinci terkait pengaruh masing-masing tingkat substitusi tepung daun kelor pada kandungan serat pangan pada produk *crackers*, sehingga dapat ditentukan perlakuan terbaik berdasarkan parameter diamati.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kadar Serat Pangan Larut Air *Crackers* Daun Kelor

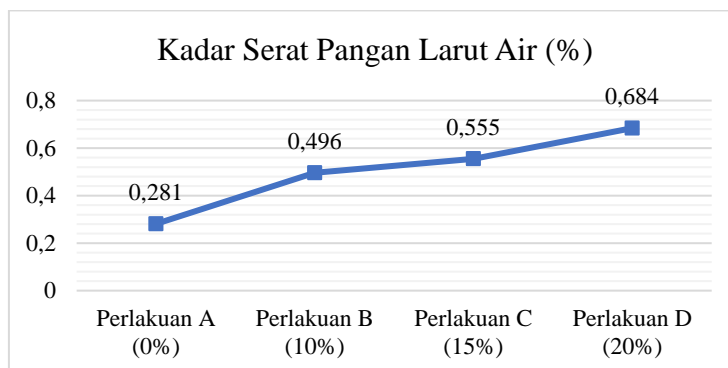
Hasil uji kadar serat pangan larut air terhadap *crackers* dengan substitusi tepung daun kelor tampak dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Kadar Serat Pangan Larut Air *Crackers* Substitusi Tepung Daun Kelor

Perlakuan Substitusi Tepung Daun Kelor	Kadar Serat Pangan Larut Air (%)
0%	0,28 ± 0,013 ^a
10%	0,50 ± 0,012 ^b
15%	0,55 ± 0,013 ^c
20%	0,68 ± 0,014 ^d
Nilai sig (<i>p value</i>)	0,000

Keterangan: Nilai yang disertai huruf berbeda pada masing-masing kolom memperlihatkan beda yang signifikan.

Sebagai hasil analisis, nilai sig. sejumlah 0,000 ($p < 0,05$) pada uji One Way ANOVA mengindikasikan pengaruh dari substitusi tepung daun kelor kepada kadar serat pangan larut air dalam produk *crackers*. Selanjutnya, melalui uji DMRT teridentifikasi perbedaan nyata pada masing-masing perlakuan substitusi, yaitu 0%, 10%, 15%, dan 20% tepung daun kelor dalam produk *crackers*. Sebagai temuan empiris, kandungan serat pangan larut air menunjukkan kecenderungan meningkat seiring bertambahnya persentase substitusi tepung daun kelor. Perlakuan A (0%) memiliki kandungan serat larut air paling rendah yaitu 0,28 gr/100 gr, kemudian meningkat pada perlakuan B (10%) menjadi 0,50 gr/100 gr. Peningkatan juga terjadi pada perlakuan C (15%) dengan kandungan serat larut air sebesar 0,55 gr/100 gr, dan nilai tertinggi pada perlakuan D (20%) sebesar 0,68 gr/100 gr.



Gambar 3.1 Grafik Hasil Uji Kadar Serat Pangan Larut Air *Crackers* Daun Kelor

Berdasarkan Gambar 3.1 diatas diketahui kandungan serat pangan larut air *crackers* substitusi daun kelor adalah 0,28 - 0,68%. Sebagai hasil interpretatif, diperoleh persentase 0,68% pada perlakuan D (20%) di mana memperlihatkan kadar serat pangan larut air

tertingginya, sementara nilai paling rendah ditemukan sejumlah 0,28% pada perlakuan A (0%) yang berperan sebagai pengontrol tanpa adanya tambahan tepung daun kelor. Pola tersebut mengindikasikan adanya hubungan searah, di mana kenaikan konsentrasi tepung daun kelor yang dipakai berkorelasi dengan kenaikan kandungan serat pangan larut air dalam produk. Pernyataan ini konsisten pada studi Muhlshoh et al., (2024) yang sebagai indikasi yang diperoleh, peningkatan proporsi penggunaan tepung daun kelor berimplikasi pada kecenderungan naiknya kandungan serat pangan larut dalam kue lumpur. Namun kontribusi serat larut dalam produk *crackers* daun kelor tidak sebanyak pada serat tidak larut karena fraksi serat larut seperti pektin pada daun kelor jumlahnya lebih sedikit dan lebih sensitif terhadap proses termal. Selama pemanggangan, sebagian komponen serat larut dapat mengalami degradasi atau perubahan struktur (Permata & Abdiel, 2025), sehingga kandungan serat larut pada produk *crackers* tidak sebesar serat tidak larut yang menyebabkan peningkatan total serat lebih banyak dipengaruhi oleh kenaikan fraksi serat tidak larut.

Sebagai fraksi serat yang bersifat hidrofilik, serat pangan larut air memiliki kapabilitas untuk terdispersi dalam air serta membentuk larutan viskous atau gel di dalam saluran cerna. Keberadaan komponen ini pada produk *crackers* yang mengalami substitusi tepung daun kelor memberikan nilai fungsional yang berimplikasi positif terhadap kesehatan. Pada anak dengan kondisi *Underweight*, salah satu masalah yang sering terjadi adalah rendahnya asupan zat gizi serta kurang optimalnya proses pencernaan dan penyerapan nutrisi. Menurut penelitian Giuntini et al., (2022) serat larut air mampu memperlambat pengosongan lambung dan memperpanjang waktu transit makanan di saluran pencernaan. Kondisi ini memberikan waktu yang lebih lama bagi enzim pencernaan untuk mencerna makanan sehingga penyerapan zat gizi dapat berlangsung lebih optimal untuk mendukung pertumbuhan dan peningkatan berat badan. Penelitian Ismayanty et al., (2025) mengemukakan bahwasanya serat larut yang tinggi sangat penting bagi usus dan dapat meningkatkan efisiensi pencernaan. Sebagai implikasi fisiologis, kondisi tersebut berkontribusi positif terhadap kuantitas nutrien yang dapat diabsorpsi oleh saluran pencernaan dan selanjutnya terdistribusi ke dalam tubuh.

3.2. Kadar Serat Pangan Tidak Larut Air *Crackers* Daun Kelor

Sebagai hasil pengujian, tabel 3.2 berikut memperlihatkan data kadar serat pangan tidak larut air pada *crackers* yang disubstitusi tepung daun kelor.

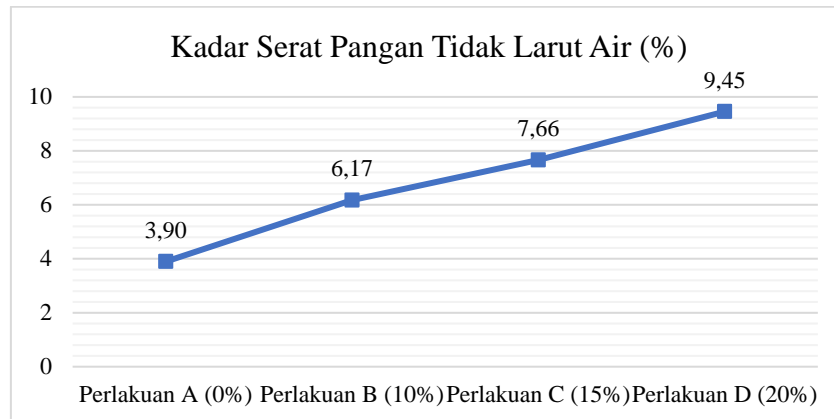
Tabel 3.2. Kadar Serat Pangan Tidak Larut Air *Crackers* Substitusi Tepung Daun Kelor

Perlakuan Substitusi Tepung Daun Kelor	Kadar Serat Pangan Tidak Larut Air (%)
0%	3,90 ± 0,07 ^a
10%	6,17 ± 0,07 ^b
15%	7,66 ± 0,09 ^c
20%	9,45 ± 0,14 ^d
Nilai sig (<i>p value</i>)	0,000

Keterangan: Nilai yang disertai huruf berbeda pada masing-masing kolom memperlihatkan adanya beda signifikan.

Sebagai hasil interpretasi analisis, nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$) pada uji One Way ANOVA merepresentasikan terdapatnya pengaruh dari substitusi tepung daun kelor pada kadar serat pangan tidak larut air dalam produk *crackers* yang signifikan. Lebih lanjut, hasil uji DMRT memperlihatkan adanya perbedaan nyata pada setiap tingkat perlakuan substitusi, yaitu 0%, 10%, 15%, dan 20% tepung daun kelor pada produk *crackers* daun kelor. Temuan ini mengindikasikan bahwa variasi tingkat substitusi tepung daun kelor memengaruhi signifikan pada peningkatan kandungan serat dalam produk.

Pada serat tidak larut air, nilai diperoleh tampak peningkatan seiring dengan bertambahnya persentase tepung daun kelor, yaitu pada perlakuan A (0%) 3,90 g/100 g, perlakuan B (10%) sebesar 6,17 g/100 g, perlakuan C (15%) sebesar 7,66 g/100 g, dan perlakuan D (20%) sebesar 9,45 g/100 g.



Gambar 3.2 Grafik Hasil Uji Kadar Serat Pangan Tidak Larut Air *Crackers* Daun Kelor

Berdasarkan Gambar 3.2 di atas diketahui bahwa serat pangan tidak larut air *crackers* substitusi daun kelor adalah 3,90 – 9,45%. Perlakuan D (20%) menunjukkan kadar serat tidak larut air tertinggi 9,45%, sementara kadar paling rendah pada perlakuan A (0%) bernilai 3,90% sebagai kontrol yang tidak mengandung tepung daun kelor. Sebagai kecenderungan yang teramati, peningkatan konsentrasi tepung daun kelor yang diaplikasikan berimplikasi pada bertambahnya kandungan serat pangan tidak larut air *crackers* daun kelor. Pernyataan ini konsisten oleh Muhlshoh et al., (2024) yang menunjukkan bahwa makin banyak penggunaan tepung daun kelor berpotensi menaikkan serat pangan tidak larut dalam kue lumpur. Jumlah konsentrasi tepung daun kelor cenderung menaikkan serat tidak larut secara lebih drastis dibandingkan serat larut karena komposisi utama daun kelor (*Moringa oleifera*) yang didominasi oleh komponen dinding sel tanaman seperti selulosa dan lignin yang relatif stabil terhadap perlakuan panas, sehingga tetap bertahan selama proses pemanggangan. Hal ini sejalan dengan temuan Utama et al., (2022) pada bekatul gandum bahwa kadar serat tidak larut tidak dipengaruhi oleh kadar air dan lama pemanasan, karena struktur serat yang relatif stabil. Kondisi yang sama juga menjelaskan hasil pada *crackers* tepung daun kelor (*Moringa oleifera*), di mana penunjang terbanyak serat pangan pada *crackers* tepung kelor lebih besar pada serat tidak larut air yang relatif stabil selama proses pengolahan.

Pada anak dengan kondisi *underweight*, masalah saluran pencernaan seperti konstipasi sering terjadi akibat rendahnya asupan serat dan cairan yang dikonsumsi. Kondisi ini berpotensi menyebabkan feses menjadi keras sehingga sulit dikeluarkan. Keadaan ini berdampak pada menurunnya nafsu makan anak, karena perut anak terasa penuh atau tidak nyaman, yang pada akhirnya dapat memperburuk kondisi gizi kurang pada anak. Keberadaan serat pangan tidak larut air dapat membantu memperbaiki status gizi secara tidak langsung melalui perbaikan fungsi saluran pencernaan (Wulan Sari et al., 2023). Serat tidak larut mampu meningkatkan volume feses dan memperbaiki buang air besar dengan mempercepat waktu transit usus. Mekanisme ini membantu mencegah konstipasi dengan meningkatkan volume dan kelembakan feses sehingga proses defekasi menjadi lebih lancar. Kondisi saluran cerna yang sehat akan mendukung pemanfaatan zat gizi secara optimal sehingga dapat berkontribusi dalam perbaikan status gizi pada anak yang mengalami *underweight* (Timm et al., 2023).

3.3. Kadar Serat Pangan Total *Crackers* Daun Kelor

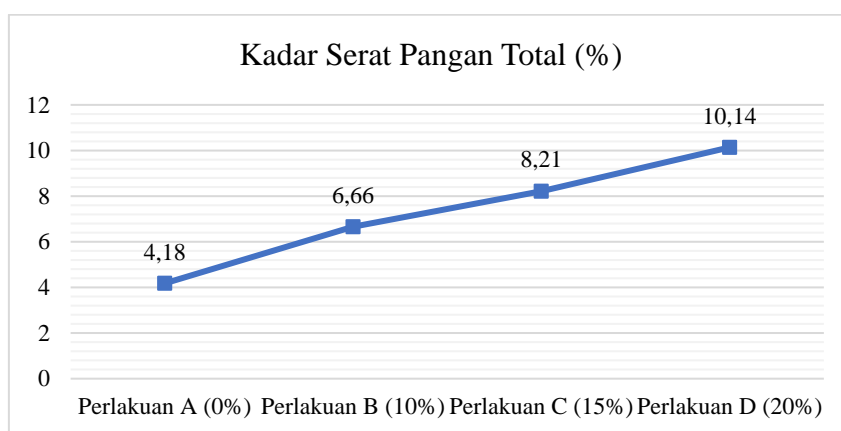
Sebagai hasil pengujian, tabel 3.3 berikut memperlihatkan nilai data kadar serat pangan total pada *crackers* yang disubstitusi tepung daun kelor.

Tabel 3.3. Kadar Serat Pangan Total *Crackers* Substitusi Tepung Daun Kelor

Perlakuan Substitusi Tepung Daun Kelor	Kadar Serat Pangan Total (%)
0%	4,18 ± 0,06 ^a
10%	6,66 ± 0,08 ^b
15%	8,21 ± 0,10 ^c
20%	10,14 ± 0,15 ^d
Nilai sig (<i>p value</i>)	0,000

Keterangan: Nilai yang disertai dengan huruf yang berbeda pada tiap kolomnya memperlihatkan adanya beda yang signifikan

Hasil analisis uji One Way ANOVA memperlihatkan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$) yang mengindikasikan terdapatnya pengaruh yang dari substitusi tepung daun kelor pada kadar serat pangan total pada produk *crackers*. Hasil uji DMRT tampak adanya perbedaan pada setiap substitusi 0%, 10%, 15%, dan 20% tepung daun kelor di *crackers* daun kelor. Mengacu daripada analisis, kandungan serat pangan total pada setiap perlakuan meningkat seiring bertambahnya tingkat substitusi tepung daun kelor. Pada perlakuan A (0%) diperoleh kandungan serat pangan total sebesar 4,18 gr/100 gr, kemudian meningkat pada perlakuan B (10%) menjadi 6,66 gr/100 gr. Pada perlakuan C (15%) kandungan serat pangan total sebesar 8,21 gr/100 gr, sedangkan nilai tertinggi pada perlakuan D (20%) sebesar 10,14 gr/100 gr.



Gambar 3.3 Grafik Hasil Uji Kadar Serat Pangan Total *Crackers* Daun Kelor

Berdasarkan Gambar 3.3 diatas diketahui bahwa kandungan serat pangan total *crackers* substitusi daun kelor adalah 4,18 - 10,14%. Perlakuan D (20%) menunjukkan kadar serat pangan total tertinggi yaitu sebesar 10,138%, kadar terendah terdapat pada perlakuan A (0%) sebesar 4,18% sebagai kontrol tanpa penambahan tepung daun kelor. Sebagai pola teridentifikasi, peningkatan konsentrasi tepung daun kelor berkorelasi positif dilihat dari bertambahnya kandungan serat pangan total dalam produk *crackers*. Pernyataan sejalan pada studi Fitriarni et al., (2024) yang menyatakan bahwasanya sebagai kecenderungan yang teramati, peningkatan persentase penambahan bubuk daun kelor berimplikasi pada bertambahnya kandungan serat pada selai kelor. Jika dibandingkan dengan penelitian (Muhlshoh et al., 2024) pada produk kue BitKlor substitusi bit dan daun kelor yang memiliki kandungan serat pangan total sebesar 8,41–10,96 g/100 g, maka nilai pada penelitian ini, khususnya pada perlakuan dengan substitusi

tepung daun kelor tertinggi, berada pada kisaran yang relatif sebanding. Kesamaan kisaran ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan pangan tinggi serat, seperti daun kelor, mampu meningkatkan kandungan serat produk secara signifikan hingga mendekati produk sejenis lainnya.

Peningkatan kadar serat penambahan bubuk daun kelor dikarenakan serat pangan yang terkandung tinggi. Temuan ini sependapat dengan Yunita et al, (2022) yang tampak bahwasanya kadar serat total tepung daun kelor 35,34%. Angka ini menunjukkan bahwasanya terdapat kandungan sangat tinggi serat bubuk daun kelor. Serat pangan total merupakan ukuran keseluruhan dari kandungan serat dalam makanan, yang mencakup fraksi serat larut dan tidak larut. Kebutuhan serat harian yang harus dikonsumsi anak usia 1-6 tahun adalah 19-20 gram. Manfaat serat antara lain membantu mengendalikan berat badan, mendorong seseorang merasa kenyang lebih lama, serta merangsang pertumbuhan bakteri usus yang menguntungkan sehingga meningkatkan penyerapan nutrisi di dalam usus (Yunita et al., 2022).

Regulasi BPOM No. 1 Tahun 2022 mengenai Klaim Gizi pada Pangan Olahan, produk makanan olahan dalam bentuk padat yang mengandung setidaknya 6 gram serat pangan per 100 gram menjabarkan bahwasanya dapat dikategorikan sebagai “tinggi serat” (Badan Pengawas Obat dan Makanan, 2022). Berdasarkan hasil pengukuran, formulasi *crackers* dengan persentase substitusi tepung daun kelor pada perlakuan B (10%), perlakuan C (15%), dan perlakuan D (20%) memiliki kadar serat yang sudah memenuhi ambang minimal menurut regulasi tersebut. Secara praktis, ini berarti *crackers* hasil penelitian substitusi tepung daun kelor dengan konsentrasi 10%, 15%, dan 20% berpotensi diberi klaim “tinggi serat”. Jika dikaitkan dengan kebutuhan serat harian pada anak usia 1–6 tahun, kebutuhan hariannya sekitar 19–20 gram, maka konsumsi *crackers* pada perlakuan B (6,66 gr/100 gr) telah mampu menyumbang sepertiga dari kebutuhan serat minimum harian anak. Sementara itu, pada perlakuan C (8,21 gr/100 gr) kontribusi serat yang diberikan menjadi lebih besar, dan pada perlakuan D (10,14 gr/100 gr) hampir mencapai setengah dari kebutuhan serat minimum harian anak apabila dikonsumsi dalam jumlah yang cukup.

Jika dikaitkan dengan peran PMT sebagai makanan tambahan yang tidak menggantikan makanan utama, maka kontribusi zat gizi yang diberikan umumnya berkisar sekitar 30-50% dari kebutuhan harian (Kemenkes RI, 2023). Dalam konteks kebutuhan serat balita sebesar 19–20 gram/hari, maka target pemenuhan 30% kebutuhan serat adalah sekitar 5,7–6 gram per hari. Berdasarkan hasil penelitian, pada perlakuan B (6,66 gr/100 gr), untuk memenuhi 30% kebutuhan serat dibutuhkan konsumsi sekitar 90,1 gram *crackers*. Pada perlakuan C (8,21 gr/100 gr), kebutuhan tersebut dapat dicapai dengan konsumsi sekitar 73 gram, sedangkan pada perlakuan D (10,14 gr/100 gr) cukup dengan konsumsi sekitar 59,2 gram *crackers* dalam sehari. Sebagai implikasi praktis, temuan ini menunjukkan semakin tinggi tingkat substitusi tepung daun kelor, maka semakin sedikit total keseluruhan produk yang perlu dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan serat sebagai PMT pada balita. Dengan demikian, perlakuan D (20%) dapat dipertimbangkan sebagai opsi paling optimal dalam aspek pemenuhan serat karena mampu mencapai target 30%, kebutuhan serat dengan jumlah konsumsi yang lebih sedikit yakni sekitar 59,2 gram *crackers* dengan substitusi tepung daun kelor per hari.

Crackers jika dilihat dari warnanya yang bersubstitusi tepung daun kelor menunjukkan perbedaan jelas. Tingginya tingkat substitusi membuat warna berubah dari kekuningan menjadi hijau hingga hijau pekat akibat peningkatan kandungan klorofil. Penelitian oleh Utami et al., (2024) yang menjabarkan bahwasanya peningkatan persentase tepung daun kelor berpengaruh terhadap warna produk gelap atau pekat karena kandungan klorofil yang tinggi. Pemenuhan kebutuhan serat pada anak penting dalam

mendukung kesehatan saluran pencernaan, meningkatkan penyerapan zat gizi, serta mencegah gangguan pada saluran pencernaan seperti konstipasi atau sulit buang air besar yang dapat memengaruhi nafsu makan anak. Dengan demikian, Pengembangan produk *crackers* dengan substitusi tepung daun kelor sebagai camilan tinggi serat berpotensi menjadi pilihan alternatif PMT yang dapat berkontribusi dalam memperbaiki asupan gizi dan mendukung upaya perbaikan gizi kurang pada anak. *Crackers* jika dilihat dari tekstur, gelatinisasi pati memiliki peran penting dalam pembentukan tekstur *crackers*. Pemasakan lama dapat meningkatkan gelatinisasi pati. Namun, selama proses pemanggangan *crackers*, terjadi interaksi penting antara komponen daun kelor dan pati terigu. Pati (amilosa dan amilopektin) membutuhkan air untuk mengalami gelatinisasi. Namun, keberadaan serat dari daun kelor yang bersifat hidrofilik menyebabkan kompetisi dalam mengikat air, sehingga air yang tersedia untuk pati berkurang. Akibatnya, gelatinisasi pati menjadi tidak optimal (Permata & Abdiel, 2025). Kondisi ini berdampak pada menurunnya tingkat kerenyahan produk akibat gelatinisasi yang tidak optimal.

4. KESIMPULAN

Mengacu hasil penelitian diatas, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh substitusi tepung daun kelor terhadap peningkatan kandungan serat pangan total, serat pangan larut air, dan serat pangan tidak larut air pada produk *crackers*. Kandungan serat pangan total, serat pangan larut air, serta serat pangan tidak larut air pada *crackers* substitusi tepung daun kelor tampak adanya peningkatan pada tiap perlakuan. Sebagai hasil komparatif, nilai tertinggi teridentifikasi pada perlakuan D (20%) dengan kandungan serat pangan total sebesar 10,14 g/100 g, yang terdiri atas 0,68 g/100 g serat larut air dan 9,45 g/100 g serat tidak larut air. Perlakuan D (20%) merupakan opsi paling optimal dalam pemenuhan serat anak karena mampu mencapai target 30% kebutuhan serat dengan jumlah konsumsi yang lebih sedikit. Sebagai dasar klasifikasi, komposisi tersebut menempatkan *crackers* yang di substitusi tepung daun kelor pada perlakuan B (10%), C (15%), dan D (20%) dalam kategori produk dengan klaim “tinggi serat” karena mengandung lebih dari 6 gr serat pangan per 100 gr produk. Sebagai penguatan kajian, diperlukan penelitian lanjutan yang berfokus pada analisis zat gizi mikro, kalsium, seng, dan vitamin A, guna mempertegas nilai fungsional pada produk *crackers* dengan substitusi tepung daun kelor. Selain itu, penelitian selanjutnya sebaiknya tidak hanya berfokus pada kadar serat, tetapi juga dilengkapi dengan analisis sifat fisik dasar, seperti uji kekerasan (*hardness*) atau daya patah (*fracturability*). Hal ini penting karena penambahan serat, khususnya serat tidak larut, dapat memengaruhi struktur matriks dan tekstur produk secara signifikan, sehingga diperlukan pengujian untuk mengetahui tingkat kerenyahan dan kerapuhan *crackers* yang dihasilkan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan sebagai bentuk apresiasi, penghargaan disampaikan pada keseluruhan pihak yang berkontribusi melalui dukungan dan bantuan selama penyelesaian studi. Sebagai bentuk penghargaan yang mendalam, apresiasi disampaikan kepada dosen pembimbing atas arahan, pendampingan, serta kontribusi berupa masukan konstruktif sepanjang proses penyusunan penelitian. Kemudian apresiasi juga diberikan ke rekan satu tim penelitian atas sinergi dan dukungan yang terjalin, serta kepada orang tua yang mana senantiasa menghadirkan doa dan motivasi serta mendukung penuh sepanjang pelaksanaan penelitian.

REFERENCES

- Afifah, Warajati Krisnawaty, S., Purwani, E., & Mustikanigrum, F. (2024). *Pengaruh Penambahan Tepung Daun Kelor (Moringa Oleifera) terhadap Aktivitas Antioksidan dan Daya Terima Produk Crackers [Skripsi Sarjana, Tidak Dipublikasikan]*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Anita, A., Ifadah, R. A., & Yaqin, A. (2023). Analisis kandungan gizi tepung lokal (ubi ungu) termodifikasi sebagai bahan dasar pembuatan snack balita untuk pencegahan stunting. *Agricola: Jurnal Pertanian*, 13(2), 91–100. <https://doi.org/10.35724/ag.v13i2.5495>
- Ariani, L. N., Estiasih, T., Sunarharum, W. B., & Khatib, A. (2023). Potential Of Moringa (Moringa oleifera) Leaf Powder for Functional Food Ingredients: A review. *Czech Journal of Food Sciences*, 41(1), 8–20. <https://doi.org/10.17221/221/2022-CJFS>
- Asmawati, L. (2023). Pencegahan Stunting melalui Ketahanan Pangan Lokal Banten dan Pengasuhan Digital. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 7(6), 6915–6926. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v7i6.5396>
- Astuti, N. B., Raya, M. K., & Rahayu, E. S. (2023). Pengaruh suhu dan tempat penyimpanan terhadap kadar air dan mutu organoleptik biskuit substitusi tepung belut (*Monopterus albus zuiewu*). *Action: Aceh Nutrition Journal*, 8(1), 81. <https://doi.org/10.30867/action.v8i1.811>
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2022). *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 1 Tahun 2022 tentang Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan*.
- Fajrianti, I., Alamsyah, A., & Rahayu, T. I. (2025). Pengaruh Fortifikasi Tepung Daun Kelor Terhadap Sifat Kimia Dan Organoleptik Corn Flakes. *Jurnal Edukasi Pangan*, 3(4), 66–76.
- Fitriarni, D., Nova Zulfahmi, A., Assrorudin, A., & Ramadani, D. (2024). Pengaruh Penambahan Serbuk Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Terhadap Komposisi Proksimat, Kadar Fenol, dan Evaluasi Sensoris Selai Daun Kelor. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Industri Perkebunan (LIPIDA)*, 4(1), 50–63. <https://doi.org/10.58466/lipida.v4i1.1665>
- Giuntini, E. B., Sardá, F. A. H., & de Menezes, E. W. (2022). The Effects of Soluble Dietary Fibers on Glycemic Response: An Overview and Futures Perspectives. *Foods*, 11(23), 3934. <https://doi.org/10.3390/foods11233934>
- Hadju, V. A., Basri K., S., Aulia, U., & Mahdang, P. A. (2023). Pengaruh pemberian makanan tambahan (PMT) lokal terhadap perubahan status gizi balita. *Gema Wiralodra*, 14(1), 105–111. <https://doi.org/10.31943/gw.v14i1.359>
- Ismayanty, D., Mahmudah, R., & Avicenna, E. (2025). Perbandingan Efektivitas Pemberian Madu Randu dan Sari Kurma terhadap Peningkatan Nafsu Makan Balita Stunting. *Faletehan Health Journal*, 12(02), 205–212. <https://doi.org/10.33746/fhj.v12i02.836>
- Jamaluddin, J., Hajra, H., Lisnawati, N. M. Y., Putri, G. N., Pitriani, P., & Bohari, B. (2023). Formulasi Pembuatan Biskuit Crackers Berbasis Tepung Ikan Sidat dan Daun Kelor. *Ghidza: Jurnal Gizi Dan Kesehatan*, 7(2), 260–272. <https://doi.org/10.22487/ghidza.v7i2.918>
- Kemendes RI. (2019). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019 tentang Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan untuk Masyarakat Indonesia*.
- Kemendes RI. (2020). *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kemendes RI. (2022). *Buku Saku Hasil Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) Tahun 2022*. Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan.
- Kemendes RI. (2023). *Petunjuk Teknis Pemberian Tambahan (PMT) Berbahan Pangan Lokal Untuk Balita dan Ibu Hamil*.
- Kemendes RI. (2025). *Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) Tahun 2024*. Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan.

- Kementrian Pertanian. (2022). *Statistik Konsumsi Pangan Tahun 2022*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jendral.
- Moedjihewati, T., Octavianti, M., Handriati, A., & Handayani, B. (2023). Pemanfaatan Daun Kelor bagi Pencegahan Stunting di Desa Surianeun Kabupaten Pandeglang. *Seandanan: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 3(1), 8–14. <https://doi.org/10.23960/seandanan.v3i1.54>
- Muhlshoh, A., Kusumawati, D., & Shofiyatunnisak, N. (2024). Kandungan Serat Pangan dan Gula Reduksi Kue Lumpur BitKlor Sebagai Alternatif Makanan Selingan Remaja Obesitas. *Jurnal Gizi Kerja Dan Produktivitas*, 5(1), 75. <https://doi.org/10.62870/jgkp.v5i1.25131>
- Permata, T. W. I., & Abdiel, M. F. G. (2025). Pengaruh Teknik Pengolahan Makanan terhadap Kandungan Nutrisi dalam Masakan Tradisional Gudeg. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 3(4), 1977–1982. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v3i4.688>
- Srimiati, M., & Agestika, L. (2022). The Substitution of Fresh Moringa Leaves and Moringa Leaves Powder on Organoleptic and Proximate Characteristics of Pudding. *Amerta Nutrition*, 6(2), 164–172. <https://doi.org/10.20473/amnt.v6i2.2022.164-172>
- Sunarti. (2018). *Serat Pangan Dalam Penanganan Sindrom Metabolik* (pp. 15–21). Gadjah Mada University Press.
- Tambunan, B. Y., Ginting, S., & Lubis, L. M. (2017). Pengaruh Suhu Dan Lama Pengeringan Terhadap Mutu Bubuk Bumbu Sate Padang. *Jurnal Rekayasa Pangan Dan Pertanian*, 5(2).
- Timm, M., Offringa, L. C., Van Klinken, B. J.-W., & Slavin, J. (2023). Beyond Insoluble Dietary Fiber: Bioactive Compounds in Plant Foods. *Nutrients*, 15(19), 4138. <https://doi.org/10.3390/nu15194138>
- Utama, C. S., Sulistiyanto, B., Barus, O., & Haidar, M. F. (2022). Kualitas Kimia dan Profil Serat Bekatul Gandum dengan Kadar Air dan Lama Pemanasan Berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 11(1), 26–33. <https://doi.org/10.17728/jatp.11457>
- Utami, Komang. D. A., I Gusti Putu. S. P., & Badrut Tamam. (2024). Pengaruh Substitusi Terigu Dan Tepung Daun Kelor Terhadap Mutu Organoleptik, Kadar Fe, Serat dan Kapasitas Antioksidan Kue Sus. *Jurnal Ilmu Gizi: Journal of Nutrition Science*, 13(1), 30–37. <https://doi.org/https://doi.org/10.33992/jig.v13i1.2767>
- Wulan Sari, R., Nurqalbi, S., & Sabar, S. (2023). Pengaruh Ekstrak Daun Kelor Terhadap Berat Badan Balita Gizi Kurang Puskesmas Tamalate. *Indonesian Health Journal*, 2(2). <https://doi.org/10.56314/inhealth.v2i2.162>
- Yunita, L., Rahmiati, B. F., Naktiany, W. C., Lastyana, W., & Jauhari, M. T. (2022). Analisis Kandungan Proksimat Dan Serat Pangan Tepung Daun Kelor dari Kabupaten Kupang Sebagai Pangan Fungsional. *Nutriology: Jurnal Pangan, Gizi, Kesehatan*, 3(2), 44–49. <https://doi.org/10.30812/nutriology.v3i2.2454>