

# Pengembangan Sereal Bar Makanan Tinggi Serat sebagai Produk Makanan Darurat dan Sifat Kimia-Mikrobiologi serta Kandungan Gizi

## Development of High Dietary Fiber Cereal Bar as Emergency Food Product and The Chemical-Microbiological Properties and Nutritional Content

Ani Radiati<sup>1,2</sup>, Sumarto Sumarto<sup>1,2\*</sup>, Fahmi Hafid<sup>3</sup>, Emma Kamelia<sup>1,2</sup>, Lia Nurcahyani<sup>1,2</sup>, Dini Mariani<sup>1,2</sup>, Siti Badriah<sup>2,4</sup>, Tjahja Muhandri<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Kesehatan Kemenkes Tasikmalaya, Tasikmalaya, Indonesia

<sup>2</sup>Center of Excellent (CoE) on Health and Disaster Emergency (HADE) Center, Politeknik Kesehatan Kemenkes Tasikmalaya, Tasikmalaya, Indonesia

<sup>3</sup>Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya, Surabaya, Indonesia

<sup>4</sup>Politeknik Kesehatan Kemenkes Jakarta III, Kota Bekasi, Indonesia

<sup>5</sup>Southeast Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFAST) Center IPB University, Kampus IPB Darmaga, Kabupaten Bogor, Indonesia

### INFO ARTIKEL

Received: 02-10-2024

Accepted: 17-12-2024

Published online: 30-12-2024

#### \*Koresponden:

Sumarto Sumarto

[sumarto@dosen.poltekkestasikmalaya.ac.id](mailto:sumarto@dosen.poltekkestasikmalaya.ac.id)



DOI:

10.20473/amnt.v8i2SP.2024.67-74

#### 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:

Serat diet, Produk makanan darurat, Keamanan pangan, Analisis mikrobiologi

### ABSTRAK

**Latar Belakang:** Serat pangan penting dalam menjaga kesehatan pencernaan, terutama saat darurat dengan keterbatasan makanan.

**Tujuan:** Menganalisis sifat kimia, mikrobiologi dan kandungan gizi sereal batangan tinggi serat yang dirancang sebagai makanan darurat.

**Metode:** Penelitian desain eksperimen. Sereal batangan dibuat dari krispi beras dan oat yang diuji berdasarkan parameter kimia dan mikrobiologi. Pengujian kimia meliputi kandungan serat pangan, karbohidrat, protein, lemak, mineral, dan vitamin. Pengujian mikrobiologi mencakup *total plate count* (TPC) serta deteksi bakteri patogen seperti *Escherichia coli*, *Salmonella*, dan *Staphylococcus aureus* sesuai Standar keamanan pangan dari Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Indonesia. Pengujian dilaksanakan tanggal 03 - 15 November 2023 di laboratorium PT Saraswanti Indo Genetech – Indonesia.

**Hasil:** Hasil uji menunjukkan bahwa produk sereal batangan *mix berry* memiliki kandungan serat pangan sebesar 9,43%, lebih tinggi dari standar BPOM. Produk ini bebas dari kontaminasi logam berat (arsen, kadmium, merkuri, timbal, dan timah) serta tidak terdeteksi adanya asam lemak trans yang berbahaya. Uji mikrobiologi menunjukkan bahwa produk aman dari kontaminasi mikroba patogen, dengan angka lempeng total (ALT) dan *Enterobacteriaceae* dalam batas aman. Produk ini juga tidak mengandung *Salmonella* dan *Staphylococcus aureus*.

**Kesimpulan:** Sereal batangan tinggi serat ini memenuhi standar keamanan pangan dan gizi yang ketat, sehingga layak dikembangkan sebagai makanan darurat. Kandungan serat yang tinggi dan ketiadaan kontaminan berbahaya menjadikan produk ini aman dan bergizi untuk korban bencana. Disarankan agar produk ini dapat terus diuji dan dikembangkan dengan variasi rasa dan formulasi yang lebih beragam untuk meningkatkan daya terima oleh berbagai kelompok usia dalam situasi darurat.

### PENDAHULUAN

Serat makanan sangat penting untuk menjaga kesehatan pencernaan<sup>1,2</sup>, terutama dalam keadaan darurat di mana variasi makanan terbatas, karena membantu mencegah masalah gastrointestinal. Makanan berserat tinggi memberikan pelepasan energi yang stabil, penting untuk mengelola stres fisik dan emosional bencana<sup>3</sup>. Mereka juga meningkatkan rasa kenyang, membantu mengendalikan rasa lapar selama

kelangkaan makanan. Selain itu, serat menstabilkan kadar gula darah<sup>4</sup>, mengurangi risiko lonjakan dan penurunan. Asupan serat yang cukup menurunkan risiko penyakit kronis<sup>5-7</sup>, mendukung kesehatan dan ketahanan secara keseluruhan selama pemulihan. Urgensi penelitian ini berasal dari meningkatnya frekuensi bencana alam, terutama di daerah rawan bencana seperti Indonesia, yang mengganggu sistem pasokan pangan dan menyebabkan ketidakstabilan gizi. Selama

keadaan darurat, serat makanan sangat penting untuk menjaga kesehatan pencernaan dan mencegah masalah gastrointestinal. Makanan berserat tinggi memberikan energi yang stabil, meningkatkan rasa kenyang, dan membantu mengelola stres fisik dan emosional populasi yang terkena dampak. Mengembangkan Produk Makanan Darurat (EFP) yang memenuhi kebutuhan gizi ini sangat penting untuk mendukung korban bencana selama pemulihan.

Keseriusan situasi ini disorot oleh meningkatnya risiko kekurangan gizi dan penyakit kronis di antara mereka yang terkena dampak bencana. Serat makanan yang tidak mencukupi dapat memperburuk komplikasi kesehatan, sehingga pengembangan sereal batangan berserat tinggi menjadi penting. Studi ini bertujuan untuk menginovasi EFP yang tidak hanya cukup gizi tetapi juga dapat diterima secara budaya untuk berbagai kelompok usia. Dengan memanfaatkan bahan-bahan lokal Indonesia, penelitian ini mendukung ekonomi lokal sambil mempromosikan ketahanan pangan. Temuan-temuan tersebut akan meningkatkan efektivitas distribusi bantuan pangan dan memastikan bahwa kebutuhan gizi korban bencana terpenuhi, berkontribusi pada bantuan langsung dan pemulihan jangka panjang. Bencana menyebabkan terganggunya sistem pasokan pangan, dan menempatkan orang pada risiko ketidakstabilan pangan dan gizi<sup>8</sup>. Pengembangan produk pangan darurat (EFP) penting dalam mitigasi bencana<sup>9-11</sup>, terutama di Indonesia yang rentan terhadap berbagai jenis bencana alam<sup>12-14</sup>. Pangan darurat yang dikembangkan tidak hanya harus memenuhi kebutuhan gizi korban bencana, tetapi juga diterima dengan baik oleh konsumen dari berbagai kelompok usia<sup>15-17</sup>. Salah satu produk yang berpotensi dikembangkan sebagai makanan darurat adalah sereal batangan berserat tinggi<sup>18</sup>, yang selain praktis dan mudah disimpan, juga memiliki kandungan gizi yang baik. Produk ini diharapkan dapat membantu memenuhi kebutuhan gizi para korban bencana yang mengalami keterbatasan akses terhadap bahan pangan segar selama masa pemulihan.

Namun, untuk memastikan bahwa produk pangan darurat ini layak dan dapat diterima secara luas, perlu dilakukan evaluasi mendalam terhadap dua varian sereal batangan berserat tinggi yang akan dikembangkan. Evaluasi ini meliputi analisis kandungan kimia, mikrobiologi, dan gizi produk dibandingkan dengan standar dan ketentuan yang berlaku di Indonesia<sup>19,20</sup>. Oleh karena itu, sangat penting untuk memastikan bahwa produk ini memenuhi standar keamanan dan gizi serta memiliki tingkat penerimaan yang tinggi di kalangan korban bencana.

Dengan mengembangkan produk pangan darurat yang lebih disukai dan beragam, pemerintah dapat meningkatkan efektivitas penyaluran bantuan pangan dan memastikan kebutuhan gizi korban bencana terpenuhi dengan baik. Sereal batangan yang dianalisis merupakan produk yang menggunakan bahan baku lokal Indonesia. Agar produk ini dapat diterima di luar negeri, maka ditambahkan oat dari luar negeri. Sereal batangan berserat tinggi dapat menjadi salah satu solusi tepat dalam memenuhi kebutuhan pangan darurat yang bergizi, aman, dan dapat diterima oleh semua golongan umur di tengah situasi darurat. Tujuan penelitian ini

adalah menganalisis sifat kimia, mikrobiologi, dan gizi dari dua varian produk pangan darurat (P3E) sereal batangan berserat tinggi.

## METODE

Pengujian dilakukan di Saraswanti Indo Genetech. Pengujian dilakukan pada tanggal 3–15 November 2023. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sereal bar yang dikembangkan sebagai produk pangan darurat, dengan bahan utama beras krispi, oat, minyak sayur, gula, dan maltodekstrin. Analisis kimia dilakukan untuk mengetahui komposisi zat kimia yang terkandung dalam produk sereal bar, seperti kandungan serat pangan, karbohidrat, protein, lemak, serta kandungan mineral dan vitamin. Teknik yang dapat digunakan dalam pengujian ini antara lain uji proksimat untuk menganalisis komposisi zat gizi makro (lemak, protein, karbohidrat), serta pengukuran serat dengan metode khusus seperti metode gravimetri untuk kandungan serat pangan<sup>21-23</sup>.

Batangan sereal berserat tinggi dibuat dari bahan baku berikut: beras renyah, gandum, lemak nabati, gula, maltodekstrin. Proses produksi terdiri dari beberapa tahapan, yaitu pencampuran bahan baku dicampur dalam proporsi tertentu untuk membentuk adonan yang seragam, pembentukan campuran tersebut kemudian ditekan ke dalam cetakan untuk membentuk batangan, pengeringan batangan dikeringkan untuk mengurangi kadar air, meningkatkan kestabilan simpan, pengemasan terakhir, batangan dikemas dalam kondisi terkendali untuk menjaga kualitas.

Proporsi yang tepat dari setiap bahan adalah hak milik, tetapi dirancang untuk memaksimalkan kandungan serat makanan sambil memastikan rasa dan tekstur. Jumlah sampel yang dianalisis, dua varian sereal batangan berserat tinggi dianalisis. variabel/parameter yang diukur komposisi kimia: serat makanan, karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral, kontaminasi mikrobiologis: jumlah total lempeng, *Enterobacteriaceae*, bakteri patogen (*Salmonella*, *Staphylococcus aureus*). Kadar air: untuk menilai stabilitas masa simpan. Metode yang digunakan analisis kimia analisis proksimat: menentukan komposisi makronutrien (lemak, protein, karbohidrat). Pengukuran serat: dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri. Pengujian logam berat: dilakukan dengan menggunakan *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (ICP MS) untuk arsenik, kadmium, merkuri, timbal, dan timah.

Pengujian mikrobiologi; jumlah total lempeng: diukur menggunakan Standar Nasional Indonesia - International Organization for Standardization (SNI ISO) 4833-1:2015, pengujian *Enterobacteriaceae*: Menggunakan SNI ISO 21528-2:2017, deteksi patogen: *Salmonella*: ISO 6579-1:2017/Amd 1:2020, *Staphylococcus aureus*: ISO 6888-1:1999/Amd 2:2018, Standar yang digunakan analisis kimia: SNI 01-2894-1992 untuk kandungan sulfat. Metode untuk kolesterol dan asam lemak trans melalui Kromatografi Gas - Flame Ionization Detector (GC-FID). Standar Mikrobiologi: SNI ISO 4833-1:2015 untuk jumlah total lempeng, SNI ISO 21528-2:2017 untuk *Enterobacteriaceae*, ISO 6579-

1:2017 untuk *Salmonella*. ISO 6888-1:1999 untuk *Staphylococcus aureus*.

Analisis sereal batangan berserat tinggi dilakukan menggunakan metode yang ditetapkan oleh Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Kandungan serat makanan ditentukan menggunakan Metode AOAC 985.29, yang melibatkan analisis enzimatik-gravimetrik untuk mengukur total serat makanan setelah menghidrolisis pati. Analisis proksimat untuk makronutrien—protein, lemak, dan karbohidrat—dilakukan masing-masing menggunakan Metode AOAC 979.09, 920.39, dan 930.09. Keamanan mikrobiologi dinilai melalui jumlah total lempeng menggunakan Metode AOAC 966.23, bersama dengan metode khusus untuk mendeteksi patogen seperti *Escherichia coli*, *Salmonella*, dan *Staphylococcus aureus*.

Untuk memastikan validitas dan reliabilitas hasil, penelitian ini secara ketat mengikuti metode AOAC standar ini, meminimalkan variasi dan meningkatkan daya banding. Semua instrumen analisis dikalibrasi secara berkala, dan sampel kontrol dianalisis bersama sampel uji untuk memverifikasi hasil. Setiap analisis dilakukan dalam replikasi untuk memastikan reproduktifitas, dan personel dilatih dalam metode khusus untuk memastikan pelaksanaan yang tepat. Selain itu, program jaminan mutu ditetapkan untuk memantau kepatuhan terhadap standar, memastikan bahwa hasil yang diperoleh valid dan reliabel, sehingga memberikan dasar yang kuat untuk kesimpulan yang diambil tentang sereal batangan berserat tinggi. Proses ini telah disetujui oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan Kementerian Kesehatan Palu (Nomor: 0015.1/KEPK-KPK/1/2023), dengan pengecualian etika yang diberikan oleh komisi untuk penelitian ini.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengungsi sering kali menghadapi tantangan yang signifikan dalam memperoleh makanan bergizi yang memenuhi kebutuhan gizi mereka. Dalam situasi darurat, di mana akses terhadap sumber makanan terbatas dan kondisi kehidupan tidak stabil, sangat penting bagi mereka untuk menerima asupan gizi yang seimbang. Kebutuhan akan makanan yang kaya serat, protein, dan vitamin menjadi penting untuk menjaga kesehatan dan ketahanan, serta membantu mereka beradaptasi dengan tingkat stres yang tinggi. Di sinilah sereal batangan berserat tinggi dapat menjadi solusi yang efektif. Produk-produk ini secara khusus dirancang untuk memenuhi kebutuhan gizi para pengungsi, dengan komposisi yang seimbang dan manfaat kesehatan yang signifikan.

Sereal batangan berserat tinggi mengandung serat dalam jumlah yang cukup banyak, mencapai sekitar 9,43%, yang dapat membantu mencegah masalah pencernaan yang umum dialami pengungsi, seperti

sembelit. Serat juga berperan dalam memberikan rasa kenyang yang lebih lama, sehingga mengurangi rasa lapar di tengah kelangkaan pangan. Selain itu, produk ini mengandung protein dan karbohidrat yang diperlukan untuk energi, yang sangat penting bagi pengungsi yang perlu melakukan aktivitas sehari-hari dalam kondisi yang menantang. Keunggulan lain dari sereal batangan adalah masa simpannya yang panjang, sehingga dapat disimpan tanpa pendinginan. Hal ini menjadikannya pilihan yang ideal untuk situasi darurat yang membutuhkan stabilitas pangan yang penting.

Dibandingkan dengan produk makanan lain, seperti makanan instan dan makanan kaleng, sereal batangan berserat tinggi menawarkan alternatif yang lebih sehat. Makanan instan sering kali mengandung kadar garam dan pengawet yang tinggi yang dapat berdampak negatif terhadap kesehatan jangka panjang. Sementara itu, makanan kaleng biasanya rendah serat dan nutrisi, yang mungkin tidak cukup memenuhi kebutuhan makanan para pengungsi. Dengan demikian, sereal batangan ini tidak hanya memberikan rasa kenyang yang lebih lama tetapi juga menawarkan nilai gizi yang lebih baik.

Manfaat sereal batangan berserat tinggi bagi populasi pengungsi sangat signifikan. Produk ini mendukung kesehatan pencernaan, meningkatkan energi yang dibutuhkan untuk aktivitas sehari-hari, dan memberikan kenyamanan dan kepuasan yang lebih besar dari waktu ke waktu. Dalam situasi krisis, di mana stres dan ketidakpastian tinggi, menerima makanan bergizi dan memuaskan dapat berdampak positif pada kesehatan mental dan fisik pengungsi. Dengan kemasan yang praktis dan ringan, sereal batangan ini dapat dengan mudah didistribusikan ke kamp-kamp pengungsi, menjangkau lebih banyak orang yang membutuhkan.

Dari perspektif biaya produksi, bahan baku seperti beras dan gandum relatif terjangkau, dan produksi skala besar dapat menurunkan biaya per unit. Dengan meningkatkan efisiensi dalam proses produksi dan distribusi, total biaya dapat diminimalkan, sehingga produk ini dapat diakses oleh lebih banyak pengungsi. Program distribusi yang efektif, termasuk kerja sama dengan organisasi bantuan kemanusiaan, dapat memastikan bahwa sereal batangan ini menjangkau mereka yang paling membutuhkannya.

Secara keseluruhan, sereal batangan berserat tinggi merupakan solusi yang sangat relevan dan praktis bagi para pengungsi. Dengan menyediakan asupan gizi yang diperlukan, dengan mempertimbangkan aspek praktis dan biaya, produk-produk ini tidak hanya membantu memenuhi kebutuhan pangan selama keadaan darurat, tetapi juga berkontribusi pada pemulihan kesehatan dan kesejahteraan jangka panjang bagi populasi yang rentan ini.

**Tabel 1.** Hasil uji kimia dan kandungan gizi sereal batangan

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Batas Deteksi	Metode
1	Sulfit	mg/kg	Tidak terdeteksi	1,6	SNI 01-2894-1992. Poin 2.6.3
2	Serat Makanan	%	9,43	-	18-8-6-2/MU/SMM-SIG
3	Kolesterol	mg/100 gram	23,65	-	18-6-5/MU/SMM-SIG (GC-FID)

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Batas Deteksi	Metode
4	Asam Lemak Trans	%	Tidak terdeteksi	0,0015	18-6-1/MU/SMM-SIG (GC-FID)
5	Arsenik (As)	mg/kg	Tidak terdeteksi	0,0003	18-13-14/MU/SMM-SIG (MS ICP)
6	Kadmium (Cd)	mg/kg	Tidak terdeteksi	0,0005	18-13-14/MU/SMM-SIG (MS ICP)
7	Merkuri (Hg)	mg/kg	Tidak terdeteksi	0,001	18-13-14/MU/SMM-SIG (MS ICP)
8	Timbal (Pb)	mg/kg	Tidak terdeteksi	0,0004	18-13-14/MU/SMM-SIG (MS ICP)
9	Timah (Sn)	mg/kg	Tidak terdeteksi	0,0025	18-13-14/MU/SMM-SIG (MS ICP)
10	Karbohidrat (Berdasarkan Perbedaan)	%	73,89	-	18-8-9/MU/SMM-SIG (Jumlah)
11	Jumlah Lemak	%	12,53	-	18-8-5/MU/SMM-SIG titik 3.2.2 (Weibull)
12	Protein	%	4,92	-	18-8-31/MU/SMM-SIG (Titrimetri)
13	Lemak Jenuh	%	9,71	-	18-6-1/MU/SMM-SIG (GC-FID)
14	Natrium (Na)	mg/100 gram	61,28	-	18-13-1/MU/SMM-SIG (ICP OES)
15	Energi Total	Kkal/100g	428,01	-	Perhitungan
16	Energi dari Lemak	Kkal/100g	112,77	-	Perhitungan
17	Jumlah Gula	%	25,1	-	18-8-8/MU/SMM-SIG (Luff School)
18	Jumlah Abu	%	0,67	-	SNI 01-2891-1992 poin 6.1
19	Kandungan Kelembaban	%	7,99	-	SNI 01-2891 - 1992, poin 5.1

SNI = Standar Nasional Indonesia

SIG = Saraswanti Indo Genetech

GC-FID = Kromatografi Gas-Detektor Ionisasi Api

ICP MS = MS: Spektrometri Massa Plasma yang Diinduksi

ICP OES = Spektroskopi Emisi Optik Plasma yang Digabungkan Secara Induktif

**Tabel 2.** Hasil uji mikrobiologi sereal batangan

No.	Parameter	n	c	Hasil	m	M	Satuan	Metode
1	Jumlah total plat	1	2	1,0x10 <sup>1</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	koloni/g	SNI ISO 4833-1: 2015
2	Jumlah total plat	2	2	<10	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	koloni/g	SNI ISO 4833-1: 2015
3	Jumlah total plat	3	2	<10	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	koloni/g	SNI ISO 4833-1: 2015
4	Jumlah total plat	4	2	1,0x10 <sup>1</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	koloni/g	SNI ISO 4833-1: 2015
5	Jumlah total plat	5	2	4,0x10 <sup>1</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	koloni/g	SNI ISO 4833-1: 2015
6	<i>Enterobacteriaceae</i>	1	2	<10	10	10 <sup>2</sup>	koloni/g	SNI ISO 21528-2:2017
7	<i>Enterobacteriaceae</i>	2	2	<10	10	10 <sup>2</sup>	koloni/g	SNI ISO 21528-2:2017
8	<i>Enterobacteriaceae</i>	3	2	<10	10	10 <sup>2</sup>	koloni/g	SNI ISO 21528-2:2017
9	<i>Enterobacteriaceae</i>	4	2	<10	10	10 <sup>2</sup>	koloni/g	SNI ISO 21528-2:2017
10	<i>Enterobacteriaceae</i>	5	2	<10	10	10 <sup>2</sup>	koloni/g	SNI ISO 21528-2:2017
11	<i>Salmonella sp.</i>	1	0	Negatif	Negatif	NA	/ 25 gram	ISO 6579-1:2017/Amd 1:2020
12	<i>Salmonella sp.</i>	2	0	Negatif	Negatif	NA	/ 25 gram	ISO 6579-1:2017/Amd 1:2020
13	<i>Salmonella sp.</i>	3	0	Negatif	Negatif	NA	/ 25 gram	ISO 6579-1:2017/Amd 1:2020
14	<i>Salmonella sp.</i>	4	0	Negatif	Negatif	NA	/ 25 gram	ISO 6579-1:2017/Amd 1:2020
15	<i>Salmonella sp.</i>	5	0	Negatif	Negatif	NA	/25 gram	ISO 6579-1:2017/Amd 1:2020
16	<i>Staphylococcus aureus</i>	1	1	<10	10 <sup>2</sup>	2x10 <sup>2</sup>	koloni/g	ISO 6888-1:1999/Amd 2: 2018
17	<i>Staphylococcus aureus</i>	2	1	<10	10 <sup>2</sup>	2x10 <sup>2</sup>	koloni/g	ISO 6888-1:1999/Amd 2: 2018

No.	Parameter	n	c	Hasil	m	M	Satuan	Metode
18	<i>Staphylococcus aureus</i>	3	1	<10	10 <sup>2</sup>	2x10 <sup>2</sup>	koloni/g	ISO 6888-1:1999/Amd 2: 2018
19	<i>Staphylococcus aureus</i>	4	1	<10	10 <sup>2</sup>	2x10 <sup>2</sup>	koloni/g	ISO 6888-1:1999/Amd 2: 2018
20	<i>Staphylococcus aureus</i>	5	1	<10	10 <sup>2</sup>	2x10 <sup>2</sup>	koloni/g	ISO 6888-1:1999/Amd 2: 2018

n = Jumlah Sampel

c = Jumlah Sampel Positif

m = Batas Bawah Nilai Yang Dapat Diterima

M = Batas Atas Nilai yang Dapat Diterima

SNI ISO = Standar Nasional Indonesia - Organisasi Internasional untuk Standardisasi

NA: = Tidak Berlaku

Produk Pangan Darurat (P3D) memiliki peran penting dalam penanggulangan bencana, khususnya di Indonesia yang rawan terhadap bencana alam. Salah satu bentuk inovasi dalam pengembangan pangan darurat adalah sereal batangan berserat tinggi rasa *mixed berry*. Produk ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan gizi korban bencana, dengan tetap menjaga mutu rasa dan keamanan pangan yang ketat. Pada penelitian ini, dikembangkan sereal batangan yang utamanya berbahan dasar keripik beras dan oat, dengan pengukuran sifat kimia dan mikrobiologi yang menunjukkan hasil yang menjanjikan. Kandungan Serat pangan merupakan komponen penting dalam produk pangan, khususnya untuk pangan darurat, karena mampu menunjang kesehatan pencernaan selama masa pemulihan<sup>24,25</sup>. Pada penelitian ini, sereal batangan rasa *mixed berry* memiliki kandungan serat pangan sebesar 9,43 gram per 100 gram produk. Kandungan ini jauh lebih tinggi dari standar yang ditetapkan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Indonesia, yaitu sebesar 6 gram per 100 gram dalam bentuk padat. Keunggulan ini menunjukkan bahwa produk ini tidak hanya memenuhi syarat sebagai makanan darurat, tetapi juga dapat memberikan manfaat kesehatan yang signifikan, terutama dalam menjaga kesehatan usus korban bencana yang mungkin mengalami stres atau akses terbatas ke makanan sehat.

Keamanan produk makanan darurat menjadi prioritas utama selama pengembangan, terutama terkait keberadaan kontaminan berbahaya seperti logam berat dan zat kimia lainnya. Berdasarkan hasil uji laboratorium, sereal batangan rasa *beri campur* ini tidak terdeteksi mengandung sulfat, yang umumnya digunakan sebagai pengawet tetapi dapat menimbulkan efek samping pada orang yang sensitif. Selain itu, kandungan kolesterol dalam produk ini adalah 23,65 mg per 100 gram, yang masih dalam batas aman untuk konsumsi harian dan memenuhi standar produk makanan darurat. Produk ini juga bebas dari asam lemak trans, yang tidak terdeteksi dalam pengukuran. Karena asam lemak trans diketahui dapat meningkatkan risiko penyakit jantung, ketiadaan asam lemak trans semakin meningkatkan nilai kesehatan produk ini.

Salah satu aspek penting dalam penilaian keamanan produk pangan adalah keberadaan cemaran logam berat, seperti arsenik, kadmium, merkuri, dan timbal<sup>26-29</sup>. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kelima jenis logam berat tersebut tidak terdeteksi pada sereal

bar rasa *mixed berry*. Tidak terdeteksinya logam berat pada produk ini menegaskan bahwa sereal bar ini aman dikonsumsi dalam situasi darurat, di mana keamanan pangan menjadi hal yang sangat krusial. Tidak terdeteksinya logam berat seperti arsenik dan merkuri menjadi sangat penting karena zat-zat tersebut diketahui berbahaya meskipun dalam jumlah yang sedikit. Kandungan logam berat yang tidak terdeteksi ini memastikan bahwa produk tersebut dapat didistribusikan secara luas kepada korban bencana tanpa risiko bahaya kesehatan yang berarti. Hal ini sesuai dengan ketentuan keamanan pangan yang ditetapkan oleh BPOM Indonesia, yang menetapkan ambang batas yang ketat untuk kontaminan tersebut dalam pangan.

Pemanfaatan keripik beras dan oat produk sereal batangan ini menggunakan keripik beras dan oat sebagai bahan utama. Kedua bahan ini dipilih karena memiliki kandungan serat yang tinggi dan tekstur yang mudah dikonsumsi dalam berbagai kondisi, termasuk situasi darurat. Oat dikenal kaya akan serat larut yang dapat membantu menurunkan kadar kolesterol<sup>30-32</sup> dan mengendalikan kadar gula darah<sup>33-35</sup>. Di sisi lain, keripik beras memberikan tekstur yang renyah yang disukai oleh berbagai usia, termasuk anak-anak dan orang dewasa. Penggunaan bahan-bahan yang mudah diperoleh dan memiliki manfaat kesehatan yang jelas ini meningkatkan potensi produk sereal batangan untuk menjadi pilihan makanan darurat yang efektif. Selain itu, karena produk ini tidak memerlukan persiapan khusus seperti pemanasan atau pengolahan lebih lanjut, produk ini dapat langsung dikonsumsi dalam situasi darurat, sehingga praktis dan efisien.

Karbohidrat merupakan sumber energi utama yang sangat penting, terutama dalam situasi darurat ketika kebutuhan energi meningkat. Sereal bar *mix berry* ini memiliki kandungan karbohidrat sebesar 73,89% yang sangat memadai untuk mendukung kebutuhan energi para korban bencana. Kandungan karbohidrat yang tinggi ini membantu menjaga stamina dan energi tubuh dalam situasi darurat yang mana akses terhadap bahan pangan mungkin terbatas. Selain itu, penggunaan bahan-bahan seperti *rice crispy* dan oat juga menyediakan karbohidrat kompleks yang lebih lambat dicerna oleh tubuh, sehingga menyediakan energi yang tahan lama. Kadar Lemak dan Lemak Jenuh Total kandungan lemak dalam sereal bar ini tercatat sebesar 12,53%, dengan lemak jenuh mencapai 9,71%. Meskipun kandungan lemak jenuhnya cukup

tinggi, produk ini masih dalam batas aman untuk dikonsumsi dalam keadaan darurat. Lemak diperlukan untuk menyediakan energi yang tinggi, terutama dalam kondisi kebutuhan kalori meningkat. Selain itu, lemak juga berperan dalam penyerapan vitamin yang larut dalam lemak seperti vitamin A, D, E, dan K yang penting bagi kesehatan tubuh. Ketidakseimbangan antara lemak jenuh dan tak jenuh biasanya menjadi masalah, tetapi dalam konteks makanan darurat, keberadaan lemak jenuh dapat diterima karena makanan ini dirancang untuk digunakan dalam jangka waktu terbatas. Pentingnya lemak dalam menyediakan energi lebih lama dan perannya dalam menjaga suhu tubuh, terutama dalam situasi bencana ekstrem, tidak dapat diabaikan.

Kandungan protein dalam sereal batangan ini mencapai 4,92%. Meski tidak setinggi sumber protein hewani atau nabati lainnya, kandungan ini cukup untuk mendukung kebutuhan asupan protein dalam kondisi darurat. Protein berperan penting dalam memperbaiki dan membangun jaringan tubuh yang rusak, terutama bagi korban bencana yang mungkin mengalami stres fisik atau kekurangan gizi. Selain itu, protein juga membantu dalam menjaga fungsi imun tubuh yang sangat penting dalam situasi darurat.

Natrium dalam sereal bar ini terukur sebesar 61,28 mg per 100 gram. Kandungan natrium yang relatif rendah ini memastikan produk ini aman untuk dikonsumsi oleh berbagai kalangan, termasuk mereka yang mungkin memiliki sensitivitas terhadap garam atau tekanan darah tinggi. Dalam konteks makanan darurat, kadar natrium yang sedang juga penting untuk mencegah dehidrasi, yang sering menjadi masalah dalam situasi bencana. Total Energi Salah satu komponen penting dalam pengembangan makanan darurat adalah total energi yang dapat disuplai oleh produk. Sereal bar ini menyediakan total energi sebesar 428,01 kkal per 100 gram, yang cukup tinggi dan memenuhi kebutuhan kalori para korban bencana. Jumlah ini memberikan asupan energi yang cukup untuk membantu para korban bencana bertahan hidup dalam kondisi kritis. Kadar gula dan abu kadar gula dalam sereal bar ini tercatat sebesar 25,1%. Kadar gula yang cukup tinggi ini memberikan rasa manis yang dapat meningkatkan penerimaan produk oleh konsumen, terutama anak-anak. Selain itu, gula juga berfungsi sebagai sumber energi cepat yang dibutuhkan dalam situasi darurat. Di sisi lain, kadar abu yang rendah sebesar 0,67% menunjukkan bahwa produk tersebut memiliki kemurnian yang baik, dengan sedikit mineral anorganik yang tidak dibutuhkan tubuh.

Kadar air dalam produk ini mencapai 7,99% yang tergolong rendah. Kadar air yang rendah sangat penting untuk produk makanan darurat, karena membantu memperpanjang masa simpan produk dan mencegah pertumbuhan mikroorganisme yang dapat menyebabkan pembusukan makanan. Dalam situasi darurat, makanan dengan kadar air yang rendah lebih aman dan lebih tahan lama disimpan tanpa perlu pendinginan.

Keamanan mikrobiologi merupakan salah satu aspek terpenting dalam pengembangan produk pangan, terutama yang ditujukan untuk konsumsi pada situasi darurat. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran jumlah total bakteri, *Enterobacteriaceae*, *Salmonella spp.*, dan *Staphylococcus aureus*. Hasil penelitian menunjukkan

bahwa rata-rata jumlah total bakteri berada di bawah standar, yang menunjukkan bahwa produk tersebut aman dari cemaran mikroba. Rendahnya pengukuran jumlah total bakteri menunjukkan bahwa produk ini diproduksi dengan standar higienis yang tinggi, dan proses pembuatan yang baik sehingga tidak terjadi pertumbuhan mikroorganisme patogen yang membahayakan kesehatan.

Keberadaan *Enterobacteriaceae* juga diukur dan hasilnya menunjukkan kurang dari 10 koloni per gram. *Enterobacteriaceae* merupakan kelompok bakteri yang sering digunakan sebagai indikator kualitas mikrobiologi suatu produk pangan. Keberadaan bakteri ini dalam jumlah rendah menunjukkan bahwa produk tersebut diproduksi dalam kondisi bersih dan terawat, sehingga mengurangi risiko infeksi atau penyakit yang disebabkan oleh mikroorganisme. Menjaga kualitas mikrobiologi menjadi penting, mengingat produk pangan darurat sering dikonsumsi oleh kelompok rentan seperti anak-anak, lansia, dan ibu hamil.

*Salmonella spp.* dan *Staphylococcus aureus* adalah dua patogen utama yang sering menjadi perhatian dalam analisis keamanan pangan. Dalam pengujian ini, hasilnya menunjukkan bahwa *Salmonella spp.* tidak terdeteksi dalam produk sereal batangan ini, yang menunjukkan bahwa produk ini aman dari infeksi salmonellosis. Selain itu, *Staphylococcus aureus* juga memiliki jumlah koloni di bawah 10 per gram, yang menunjukkan bahwa produk ini tidak memiliki risiko kontaminasi yang signifikan. Keberadaan bakteri ini dapat menyebabkan keracunan makanan, sehingga hasil yang menunjukkan tidak adanya atau jumlah bakteri ini sangat rendah merupakan hal yang menggembirakan.

Semua produk makanan darurat sereal batangan rasa *mixed berry* tidak terdeteksi mengandung logam berat. Jumlah mikroba dalam produk sereal batangan memenuhi standar dan ketentuan yang berlaku di Indonesia. Kandungan gizi produk ini sesuai dengan peraturan Menteri Kesehatan RI tentang makanan tambahan untuk balita dan ibu hamil oleh Menteri Kesehatan Republik Indonesia tahun 2021.

Penelitian di masa mendatang harus mengadopsi pendekatan longitudinal untuk mengevaluasi efek jangka panjang sereal batangan berserat tinggi terhadap kesehatan korban bencana, sekaligus mengeksplorasi preferensi konsumen terhadap berbagai rasa dan formulasi untuk meningkatkan penerimaan di berbagai kelompok usia. Memperluas analisis nutrisi untuk mencakup nutrisi penting lainnya dan melakukan studi lapangan di daerah rawan bencana akan memberikan wawasan praktis tentang kegunaan dan efektivitas. Kekuatan penelitian terletak pada metodologi yang ketat dan fokus pada serat makanan, yang menangani kebutuhan nutrisi kritis selama keadaan darurat. Namun, keterbatasan seperti ukuran sampel yang kecil dan sifat analisis jangka pendek menyoroti perlunya penyelidikan yang lebih luas yang mencakup berbagai varian produk dan hasil jangka panjang, yang pada akhirnya meningkatkan pengembangan produk makanan darurat.

## KESIMPULAN

Sereal batangan menunjukkan hasil uji kimia dan mikrobiologi yang memenuhi standar keamanan pangan.

Produk ini mengandung 9,43% serat pangan, 23,65 mg/100g kolesterol, bebas dari asam lemak trans, serta tidak terdeteksi logam berat seperti arsenik, kadmium, merkuri, timbal, dan timah. Uji mikrobiologi menunjukkan bahwa *total plate count* (ALT) dan *Enterobacteriaceae* berada dalam batas aman, serta bebas dari bakteri patogen seperti *Salmonella* dan *Staphylococcus aureus*. Dari segi kandungan gizi, sereal batangan ini kaya akan karbohidrat (73,89%) dengan total energi sebesar 428,01 Kkal/100g, sehingga menjadikannya sebagai sumber energi yang ideal dalam kondisi darurat. Sereal batangan mixberry ini aman dan memiliki kandungan gizi yang sesuai untuk dikembangkan sebagai makanan darurat yang aman, bergizi, dan sesuai untuk berbagai kelompok umur.

#### ACKNOWLEDGEMENT

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktur Jenderal Tenaga Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Direktur Politeknik Kesehatan Kementerian Tasikmalaya, Direktur Politeknik Kesehatan Kementerian Jakarta III, Direktur Politeknik Kesehatan Kementerian Surabaya, Pemerintah Daerah Jawa Barat, Pemerintah Daerah Nusa Tenggara Barat, Direktur Southeast Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFAST) Center – IPB University, Bogor, Indonesia, responden penelitian dan semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

#### KONFLIK KEPENTINGAN DAN SUMBER PENDANAAN

Semua penulis tidak memiliki konflik kepentingan dalam artikel ini. Penelitian ini didanai oleh DIPA Poltekkes Kemenkes Tasikmalaya Nomor DP.04.03/F.III/1150/2023, Dirjen Tenaga Kesehatan untuk Penelitian pada Skema Konsorsium Riset Unggulan Perguruan Tinggi KRUPPT Tahun 2024.

#### KONTRIBUSI PENULIS

AR: konseptualisasi, metodologi, penulisan–tinjauan dan penyuntingan; SS: metodologi, supervisi; EK: metodologi; analisis formal, penulisan–draft asli, LN : investigasi, DN : analisis formal, sumber daya; SB : penulisan–draft asli, penulisan–tinjauan dan penyuntingan, FH: metodologi; analisis formal, penulisan, TM: metodologi, supervisi.

#### REFERENSI

- Gill, S. K., Rossi, M., Bajka, B. & Whelan, K. Dietary fibre in gastrointestinal health and disease. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* **18**, 101–116 (2021) <https://doi.org/10.1038/s41575-020-00375-4>.
- Müller, M., Canfora, E. & Blaak, E. Gastrointestinal Transit Time, Glucose Homeostasis and Metabolic Health: Modulation by Dietary Fibers. *Nutrients* **10**, 275 (2018) <https://doi.org/10.3390/nu10030275>.
- Goodlad, R. A. & Englyst, H. N. Redefining dietary fibre: potentially a recipe for disaster. *Lancet* **358**, 1833–1834 (2001) [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(01\)06882-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(01)06882-9).
- Zhang, G. *et al.* Effect and mechanism of insoluble dietary fiber on postprandial blood sugar regulation. *Trends Food Sci. Technol.* **146**, 104354 (2024) <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104354>.
- Li, M. & Ma, S. A review of healthy role of dietary fiber in modulating chronic diseases. *Food Res. Int.* **191**, 114682 (2024) <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114682>.
- Ye, Z. Association between dietary fiber intake and cardiovascular mortality in patients with and without chronic kidney disease. *Precis. Nutr.* **3**, (2024) <https://doi.org/10.1097/PN9.000000000000064>.
- Gai, W., Lin, L., Wang, Y., Bian, J. & Tao, Y. Relationship between dietary fiber and all-cause mortality, cardiovascular mortality, and cardiovascular disease in patients with chronic kidney disease: a systematic review and meta-analysis. *J. Nephrol.* **37**, 77–93 (2024) <https://doi.org/10.1007/s40620-023-01808-4>.
- Saggu, A. K., Tomer, V., Kumar, A. & Pandey, P. Consideration of Phytonutrients, Probiotics and Prebiotics for enhanced immunity during disaster relief situation – A review. *Clin. Nutr. Open Sci.* **47**, 131–146 (2023) <https://doi.org/10.1016/j.nutos.2022.12.011>.
- Ghorbani, E., Dabbagh Moghaddam, A., Sharifan, A. & Kiani, H. Emergency Food Product Packaging by Pectin-Based Antimicrobial Coatings Functionalized by Pomegranate Peel Extracts. *J. Food Qual.* **2021**, 1–10 (2021) <https://doi.org/10.1155/2021/6631021>.
- Hasan, N. W., Putri, T. P. & Zainal. Preparation of cookies from banana flour, soy flour, and Moringa leaf flour as an emergency food product. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* **486**, 012059 (2020) <https://doi.org/10.1088/1755-1315/486/1/012059>.
- Fatmah, F. Mangrove Sword Bean Food Bar as the Emergency Food Product for Children Under the Age of Five Due to Landslides. *IDRiM J.* **14**, 197–211 (2024) <https://doi.org/10.5595/001c.116627>.
- Putra, B. J., Saputra, R. & Situmorang, D. D. B. Non-Pharmacological Cooking Therapy: An Idea for Recovering the Mental Health of Adolescents as Disaster Victims of Mount Merapi Natural Eruption in Yogyakarta (Indonesia). *Prehosp. Disaster Med.* **38**, 544–545 (2023) <https://doi.org/10.1017/S1049023X23005988>.
- Gasior, K., Wright, G., Barnes, H. & Noble, M. Adaptive social protection in Indonesia: Stress-testing the effect of a natural disaster on poverty and vulnerability. *Soc. Policy Adm.* **58**, 505–520 (2024) <https://doi.org/10.1111/spol.12983>.
- Oktora, S. I. *et al.* Identifying the potential participation in natural disaster insurance: first attempt based on a national socio-economic survey in Indonesia. *Int. J. Disaster Resil. Built Environ.* **15**, 177–192 (2024) <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-04-2022-0034>.
- Sumarto, S., Radiati, A., Aprianty, D., Nuraeni, I. & Karimah, I. Development of Emergency Food

- Products From Various Flour of Cereals, Tubers, Pulses, and Local Freshwater Fish From Indonesia. *Asian J. Eng. Soc. Heal.* **2**, 171–187 (2023) <https://doi.org/10.46799/ajesh.v2i3.48>.
16. Pandin, M. G. R., Waloejo, C. S., Sunyowati, D. & Rizkyah, I. The Potential of Mocaf (Modified Cassava Flour) as Disaster Emergency Food. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* **995**, 012006 (2022) <https://doi.org/10.1088/1755-1315/995/1/012006>.
  17. Balachanthar, S., Zakaria, N. A. & Lee, L. K. Development of emergency food assistance design: a nutritionally balanced, culturally tailored and cost-effective strategy for flood mitigation. *Ecol. Food Nutr.* **57**, 314–329 (2018) <https://doi.org/10.1080/03670244.2018.1492380>.
  18. Tombini, C. *et al.* High-dietary fibers cereal bars containing malt bagasse by-product from the brewing industry. *J. Food Sci. Technol.* **61**, 1326–1333 (2024) <https://doi.org/10.1007/s13197-023-05902-0>.
  19. Badan Pengawas Obat dan Makanan. *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 13 Tahun 2023 Tentang Kategori Pangan*. 1–6 (BPOM, 2023).
  20. Badan Pengawas Obat dan Makanan. *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 1 Tahun 2022 tentang Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan*. (2022).
  21. McCleary, B. V. *et al.* Total Dietary Fiber (CODEX Definition) in Foods and Food Ingredients by a Rapid Enzymatic-Gravimetric Method and Liquid Chromatography: Collaborative Study, First Action 2017.16. *J. AOAC Int.* **102**, 196–207 (2019) <https://doi.org/10.5740/jaoacint.18-0180>.
  22. Kim, Y. *et al.* Thermo-gravimetric analysis method to determine the fiber volume fraction for PAN-based CFRP considering oxidation of carbon fiber and matrix. *Compos. Part A Appl. Sci. Manuf.* **102**, 40–47 (2017) <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2017.07.024>.
  23. McCleary, B. AACC International Approved Methods Technical Committee Report: Collaborative Study on Determination of Total Dietary Fiber (Digestion-Resistant Carbohydrates per Codex Definition) by a Rapid Enzymatic-Gravimetric Method and Liquid Chromatography. *Cereal Foods World* **63**, 80–84 (2018) <https://doi.org/10.1094/CFW-63-2-0080>.
  24. McGrath, A. P., Motsinger, L. A., Brejda, J. & Hancock, L. Prebiotic fiber blend supports growth and development and favorable digestive health in puppies. *Front. Vet. Sci.* **11**, (2024) <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1409394>
  25. Cheng, J., Sahin, A., Hu, C., Korczak, R. & Zhou, J. Editorial: New advances in dietary fibers and their role in metabolic, digestive, and immune health. *Front. Nutr.* **11**, (2024) <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1404346>.
  26. Mielcarek, K. *et al.* Arsenic, cadmium, lead and mercury content and health risk assessment of consuming freshwater fish with elements of chemometric analysis. *Food Chem.* **379**, 132167 (2022) <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132167>.
  27. Parker, G. H., Gillie, C. E., Miller, J. V., Badger, D. E. & Kreider, M. L. Human health risk assessment of arsenic, cadmium, lead, and mercury ingestion from baby foods. *Toxicol. Reports* **9**, 238–249 (2022) <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2022.02.001>.
  28. Mayne, S. T. The FDA's action plan to reduce dietary exposure to arsenic, lead, cadmium, and mercury for infants and young children. *Am. J. Clin. Nutr.* **117**, 647–648 (2023) <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2023.02.004>.
  29. Mukhi, S., Rukmini, M. S., Ajay Manjrekar, P., Iyyaswami, R. & H., S. Assessment of Arsenic, Vanadium, Mercury, and Cadmium in Food and Drug Packaging. *F1000Research* **11**, 648 (2024) <https://doi.org/10.12688/f1000research.121473.3>.
  30. MS Wolever, T. *et al.* An Oat  $\beta$ -Glucan Beverage Reduces LDL Cholesterol and Cardiovascular Disease Risk in Men and Women with Borderline High Cholesterol: A Double-Blind, Randomized, Controlled Clinical Trial. *J. Nutr.* **151**, 2655–2666 (2021) <https://doi.org/10.1093/jn/nxab154>.
  31. Xu, D. *et al.* Serum Metabolomics Reveals Underlying Mechanisms of Cholesterol-Lowering Effects of Oat Consumption: A Randomized Controlled Trial in a Mildly Hypercholesterolemic Population. *Mol. Nutr. Food Res.* **65**, (2021) <https://doi.org/10.1002/mnfr.202001059>.
  32. Amerizadeh, A., Ghaheh, H. S., Vaseghi, G., Farajzadegan, Z. & Asgary, S. Effect of Oat (*Avena sativa* L.) Consumption on Lipid Profile With Focus on Triglycerides and High-density Lipoprotein Cholesterol (HDL-C): An Updated Systematic Review. *Curr. Probl. Cardiol.* **48**, 101153 (2023) <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2022.10115>.
  33. Kim, I.-S., Hwang, C.-W., Yang, W.-S. & Kim, C.-H. Multiple Antioxidative and Bioactive Molecules of Oats (*Avena sativa* L.) in Human Health. *Antioxidants* **10**, 1454 (2021) <https://doi.org/10.3390/antiox10091454>.
  34. Barati, Z., Irvani, M., Karandish, M., Haghizadeh, M. H. & Masihi, S. The effect of oat bran consumption on gestational diabetes: a randomized controlled clinical trial. *BMC Endocr. Disord.* **21**, 67 (2021) <https://doi.org/10.1186/s12902-021-00731-8>.
  35. Wehrli, F. *et al.* Oat Intake and Risk of Type 2 Diabetes, Cardiovascular Disease and All-Cause Mortality: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients* **13**, 2560 (2021) <https://doi.org/10.3390/nu13082560>.