

# Pengaruh Pemberian Sarapan terhadap Konsentrasi Belajar pada Remaja

## *The Effect of Breakfast Consumption on Learning Concentration in Adolescents*

Muh. Guntur Sunarjono Putra<sup>1</sup>, Lilik Kustiyah<sup>2\*</sup>, Cesilia Meti Dwiriani<sup>2</sup>, Eka Septiani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Bogor Husada, Bogor, Indonesia

<sup>2</sup>Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia

Email: [lilikku@apps.ipb.ac.id](mailto:lilikku@apps.ipb.ac.id)

### Artikel History

Submit: 09 Juni 2025 Revisi: 26 Agustus 2025 Diterima: 28 Agustus 2025

### Abstrak

Sarapan merupakan kegiatan makan di awal hari yang sering kali diabaikan oleh remaja, padahal hal ini berperan penting terhadap konsentrasi belajar dan performa akademik. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh intervensi pemberian sarapan terhadap konsentrasi pada remaja. Metode penelitian ini menggunakan desain studi quasi eksperimental dengan data sekunder. Pengolahan data dilaksanakan dari Februari hingga April 2025. Subjek penelitian dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok intervensi (SMP Negeri 1 Cibungbulang) dan kelompok kontrol di (SMP Negeri 2 Cibungbulang), dengan teknik purposive sampling. Kriteria inklusi adalah subjek berada pada kelas VII, tidak memiliki riwayat diabetes mellitus, dan memiliki kelengkapan data pada variabel yang diteliti, sedangkan kriteria eksklusi adalah data yang tidak lengkap dan tidak rasional. Uji statistik yang digunakan adalah uji beda Mann-Whitney dan uji korelasi Spearman. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan signifikan pada asupan dan tingkat kecukupan energi serta zat gizi antara kelompok intervensi dan kontrol ( $p<0.05$ ). Uji korelasi juga menunjukkan hubungan signifikan antara asupan dan tingkat kecukupan energi serta zat gizi dengan konsentrasi belajar remaja ( $p<0.05$ ). Kesimpulan pemberian sarapan yang sesuai dengan pedoman gizi seimbang sangat penting untuk meningkatkan konsentrasi dan mendukung performa akademik remaja.

**Kata Kunci:** asupan; konsentrasi belajar; remaja; sarapan.

### Abstract

*Breakfast was a meal at the start of the day that was often overlooked by teenagers, even though it played an important role in concentration and academic performance. This study aimed to analyze the effect of breakfast intervention on concentration in adolescents. The research method used a quasi-experimental study design with secondary data. Data processing was carried out from February to April 2025. The study subjects were divided into the intervention group (Cibungbulang Junior High School 1) and the control group (Cibungbulang Junior High School 2), with a purposive sampling technique. The inclusion criteria were that the subjects were in class VII, had no history of diabetes mellitus, and had complete data on the variables studied, while the exclusion criteria were incomplete and irrational data. The statistical tests used were the Mann-Whitney difference and Spearman correlation tests. The results showed significant differences in intake and levels of energy and nutrient adequacy between the intervention and control groups ( $p<0.05$ ). The correlation test also showed a significant relationship between intake and levels of energy and nutrient adequacy with adolescent learning concentration ( $p<0.05$ ). Therefore, providing breakfast that met balanced nutritional guidelines was important to improve concentration and support adolescents' academic performance.*

**Keywords:** intake; learning concentration; teenagers; breakfast.

Copyright ©2025 by Authors. This is an open access article under the CC-BY-SA license.



\*Penulis Korespondensi:

Lilik Kustiyah Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia Email: [lilikku@apps.ipb.ac.id](mailto:lilikku@apps.ipb.ac.id)

**Cara Sitas (IEEE Citation Style):** M. G. S. Putra, L. Kustiyah, C. M. Dwiriani, and E. Septiani, "Pengaruh Pemberian Sarapan terhadap Konsentrasi Belajar pada Remaja," *Nutriology: Jurnal Pangan, Gizi, Kesehatan*, vol. 6, no. 2, p. 83-92, 2025, <https://doi.org/10.30812/nutriology.v6i2.5178>

## PENDAHULUAN

Pembangunan nasional dapat dianggap berhasil apabila tersedia sumber daya manusia yang berkualitas, ditandai dengan kondisi fisik dan mental yang sehat serta penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi yang memadai. Kualitas tersebut harus dipersiapkan sejak hari pertama kehidupan hingga masa remaja melalui status gizi yang optimal dan pola makan sehat, termasuk kebiasaan sarapan yang rutin dan sesuai dengan anjuran [1, 2]. Masa remaja merupakan periode transisi dari anak-anak menuju dewasa, yang ditandai oleh kematangan sistem organ reproduksi dan pertumbuhan yang pesat. Proses ini memengaruhi perubahan pada berat badan, komposisi tubuh, dan tingkat aktivitas fisik yang berpengaruh pada peningkatan kebutuhan energi dan zat gizi pada remaja [3–5].

Sarapan adalah makan dan/atau minum di pagi hari sebelum jam 9 yang bertujuan untuk memenuhi 15-30% terhadap kebutuhan energi harian seseorang [6]. Sarapan merupakan salah satu kebiasaan penting bagi siswa karena berperan penting dalam mendukung aktivitas belajar dan menjaga konsentrasi. Kebiasaan sarapan tidak hanya berpengaruh pada konsentrasi, tetapi juga pada kesehatan fisik [7]. Remaja merupakan kelompok usia yang paling sering melewatkannya, dan tren ini diperkirakan akan meningkat seiring berjalanannya waktu [8]. Penelitian meta analisis menunjukkan bahwa kebiasaan melewatkannya sarapan dapat meningkatkan risiko status gizi berlebih (overweight dan obesitas) [9]. Terdapat keterkaitan antara kebiasaan tidak sarapan dengan pola makan yang kurang sehat, seperti konsumsi makanan tinggi gula dan kalori secara berlebihan pada waktu siang dan malam hari, yang berpotensi untuk meningkatkan risiko gizi lebih (overweight dan obesitas) [10]. Selain itu, kebiasaan ini juga sering dikaitkan dengan konsumsi camilan berlebihan di malam hari, yang dapat menyebabkan peningkatan indeks massa tubuh atau status gizi dan memperparah kebiasaan melewatkannya sarapan [11]. Berdasarkan data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018 menunjukkan bahwa remaja di Indonesia hanya mengonsumsi makanan ringan atau minuman saat sarapan yang tidak dapat memenuhi kebutuhan energi dan zat gizi yang seimbang [12]. Beberapa penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa siswa yang tidak sarapan cenderung mengalami kesulitan dalam berkonsentrasi yang dapat berdampak negatif pada prestasi belajar [13–15].

Sarapan dapat meningkatkan konsentrasi belajar dan mempermudah dalam memahami materi pelajaran, sehingga berkontribusi pada prestasi belajar yang lebih baik [16]. Asupan energi dan zat gizi seperti karbohidrat, protein, dan lemak pada sarapan dapat meningkatkan kemampuan otak dan daya konsentrasi anak [17–21]. Komposisi (jenis) dan waktu sarapan sangat berperan dalam menjamin ketersediaan glukosa bagi otak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian sarapan dengan menu nasi goreng telur ceplok meningkatkan kadar glukosa darah dan daya ingat sesaat yang lebih tinggi dibandingkan sarapan dengan mie instan goreng telur ceplok [22]. Pemberian sarapan yang bergizi sebelum kegiatan belajar dapat membantu siswa untuk lebih fokus dan aktif dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, peran orang tua sangat penting dalam menyediakan sarapan di rumah maupun peran sekolah dalam menyediakan fasilitas sarana prasarana kantin untuk sarapan sehat sehingga diharapkan semua siswa mendapatkan asupan energi dan gizi yang seimbang sebelum memulai proses pembelajaran [23].

Gap penelitian ini dengan penelitian sebelumnya mengenai hubungan sarapan dengan konsentrasi belajar remaja masih menggunakan desain observasional atau potong lintang (cross-sectional), sehingga hanya menunjukkan hubungan korelatif tanpa mampu menjelaskan sebab-akibat secara langsung. Keterbatasan tersebut membuat pengaruh nyata dari asupan energi dan gizi saat sarapan terhadap fungsi kognitif belum tergambar dengan jelas, sementara penelitian pada remaja juga masih terbatas dan hasilnya cenderung tidak konsisten. Novelty penelitian ini adalah menawarkan kebaruan dengan menggunakan desain quasi-eksperimental untuk mengamati langsung pengaruh intervensi sarapan terhadap konsentrasi belajar siswa yang diukur melalui Digit Symbol Substitution Test (DSST) yang valid dalam menilai perhatian dan pemrosesan informasi. Fokus penelitian pada siswa kelas VII SMP Negeri 1 dan 2 Cibungbulang memberikan data kontekstual yang relevan bagi wilayah Kabupaten Bogor. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh sarapan terhadap konsentrasi belajar siswa. Kontribusi hasil penelitian adalah menghasilkan bukti ilmiah yang lebih kuat sebagai dasar pengembangan program gizi sekolah serta mendukung kebijakan pendidikan dan kesehatan remaja.

## METODE

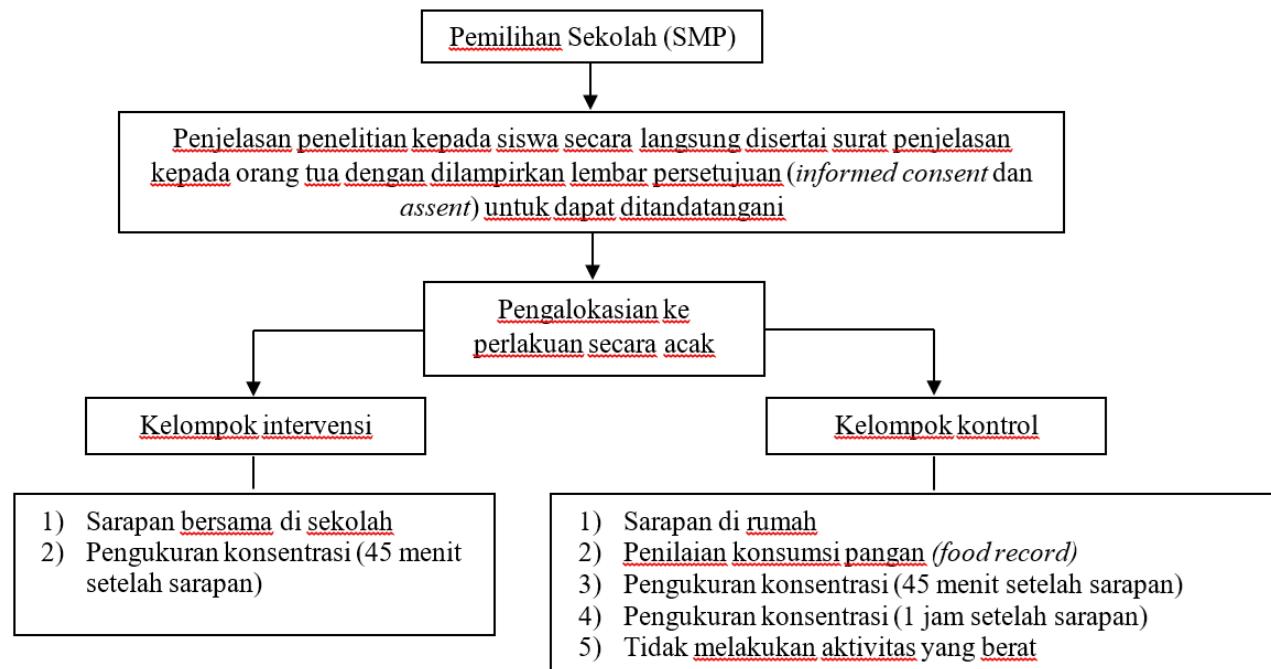
### Desain dan Subjek

Penelitian ini menggunakan desain kuasi eksperimental dengan menggunakan data sekunder yang bersumber dari penelitian sebelumnya yang berjudul “Pengaruh Pemberian Sarapan terhadap Kadar Glukosa Darah dan Working Memory pada Remaja” yang dilakukan di SMP Negeri 1 dan 2 Cibungbulang” yang berada di wilayah Kabupaten Bogor dan dilaksanakan pada bulan April hingga Mei 2024, sedangkan pengolahan data pada penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga April 2025. Penelitian ini dibagi atas dua kelompok yang terdiri dari kelompok intervensi (SMP Negeri 1 Cibungbulang) dan kelompok kontrol (SMP Negeri 2 Cibungbulang). Penelitian sebelumnya telah mendapatkan persetujuan etik di Komisi Etik yang Melibatkan Subjek Manusia IPB University dengan nomor 1177/IT3.KEPMSM-IPB/SK/2024.

Populasi dari penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VII, sedangkan responden dari penelitian ini adalah siswa yang bersedia untuk berpartisipasi dalam penelitian ini dan orang tua memberikan izin kepada anak dibuktikan dengan penandatanganan pernyataan pada informed consent dan informed assent. Desain sampling yang digunakan pada penelitian ini purposive sampling yang berdasarkan kriteria inklusi. Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah responden berada pada kelas VII, tidak memiliki riwayat diabetes mellitus, dan memiliki kelengkapan data pada variabel yang diteliti. Jumlah responden minimal dihitung menggunakan rumus Sastroasmoro dan Ismael (2014) sehingga diperoleh 30 orang. Untuk mengantisipasi adanya dropout maka jumlah responden ditambahkan 10%, sehingga jumlah responden minimal kelompok intervensi dan kontrol masing-masing adalah 33 orang, sehingga total responden adalah 66 orang.

## Pengumpulan dan Pengukuran Data

Data yang diperoleh pada penelitian ini adalah data sekunder. Berdasarkan penelitian sebelumnya, data yang dikumpulkan menggunakan kuesioner dengan teknik wawancara langsung maupun diisi oleh subjek setelah mendapatkan penjelasan penelitian dari peneliti. Data karakteristik sosial demografi dan ekonomi keluarga terdiri dari Tingkat pendidikan orang tua, pekerjaan orang tua, dan pendapatan keluarga. Data karakteristik subjek terdiri dari jenis kelamin, dan uang saku per hari. Adapun frekuensi pemberian sarapan pada penelitian ini dilakukan 2 kali dengan kandungan energi dan zat gizi sarapan pada kelompok intervensi 473 kkal energi, 17,5 g protein, 24,2 g lemak, and 46,8 g karbohidrat dalam bentuk nasi, telur balado, oreng tempe, selada dan mentimun dengan tingkat kecukupan energi sebesar 21,3%. Data konsumsi sarapan pada kelompok kontrol disesuaikan dengan kebiasaan subjek dan dilakukan metode food record untuk melihat riwayat konsumsi sarapan subjek. Data konsentrasi subjek diukur dengan menggunakan kuesioner terstruktur yang diisi langsung oleh subjek dengan menggunakan metode Digit Symbol Substitution Test (DSST) yang mencerminkan konsentrasi belajar yang meliputi kecepatan pemrosesan informasi, perhatian, dan memori kerja [24]. Subjek diberikan kotak kunci berisi pasangan angka dan simbol. Tes ini terdiri dari selembar kertas dengan kotak kunci bermotor 1 sampai 9 di bagian atas setiap nomor memiliki simbol yang berbeda. Di bawah kotak kunci terdapat 5 baris dengan 25 kotak angka tiap baris yang di distribusikan secara acak tanpa simbol atau kosong. Subjek diminta untuk mengisi kotak kosong dengan menggambar simbol yang sesuai untuk setiap digit sebanyak mungkin dalam waktu 120 detik. Adapun rangkaian dari tahapan intervensi disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan intervensi

## Analisis Data

Penilaian atau pengukuran konsentrasi menggunakan Digit Symbol Substitution Test (DSST) dengan cara melakukan pengisian kuesioner dimulai dari baris pertama dan dikerjakan dari kiri ke kanan dan diberikan 1 poin untuk setiap jawaban benar. Penilaian ini akan dihitung dari jumlah jawaban simbol yang benar. Asupan energi dihitung berdasarkan hasil wawancara metode food record dan dihitung asupan energi dan zat gizi yang dikonversi dari berat menjadi satuan energi (kkal), satuan protein, lemak, dan karbohidrat (gram) dengan menggunakan Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI). Selain itu, tingkat kecukupan energi dan zat gizi diperoleh dari asupan energi atau zat gizi saat sarapan dibandingkan dengan kebutuhan gizi responden per hari. Perhitungan kebutuhan angka metabolisme basal dan energi subjek menggunakan rumus Harris Benedict dengan nilai faktor aktivitas ringan pada laki-laki (1,56) dan perempuan (1,55) [3, 25].

Pengolahan dan analisis data dengan menggunakan Microsoft Excell 2021 dan SPSS versi 23.0 for windows. Uji statistik yang digunakan pada penelitian ini dilakukan analisis deskriptif untuk melihat distribusi kondisi sosial demografi, ekonomi keluarga, dan karakteristik responden. Penelitian ini melakukan analisis inferensia yaitu uji beda untuk melihat perbedaan antara rata-rata asupan dan tingkat kecukupan energi dan zat gizi, serta konsentrasi responden antara kelompok intervensi dan kontrol dengan menggunakan Mann-whitney test dengan sebaran data tidak terdistribusi normal. Spearman test untuk melihat hubungan pemberian sarapan (asupan dan tingkat kecukupan energi dan zat gizi) terhadap konsentrasi responden.

## HASIL

### Karakteristik Sosial Demografi, Ekonomi Keluarga, dan Karakteristik Subjek

Kondisi sosial demografi dan ekonomi keluarga memiliki kaitan erat dengan pola konsumsi pangan di rumah, khususnya kebiasaan sarapan dalam keluarga. Berdasarkan kerangka UNICEF, karakteristik sosial demografi dan ekonomi keluarga merupakan faktor yang secara tidak langsung berperan dalam pembentukan kebiasaan sarapan serta munculnya masalah gizi di lingkungan rumah tangga. Aspek-aspek seperti tingkat pendidikan, pekerjaan, dan pendapatan keluarga dapat memengaruhi kebiasaan sarapan yang pada akhirnya berdampak pada status gizi anggota keluarga.

Tabel 1 menunjukkan bahwa sebagian besar orang tua subjek pada kelompok kontrol (50%) maupun intervensi (63%) memiliki tingkat pendidikan ayah berada pada jenjang SMA atau sederajat dan bekerja (100%; 97,8%), sedangkan tingkat pendidikan ibu berada pada jenjang SMA atau sederajat pada kelompok intervensi (41,3%) dan jenjang SMP atau sederajat pada kelompok kontrol (33,3%). Sebagian besar subjek pada kelompok kontrol (86,1%) maupun intervensi (82,6%) memiliki ibu dengan status ibu rumah tangga. Lebih dari separuh subjek memiliki tingkat pendapatan keluarga lebih dari sama dengan Upah Minimum Kabupaten (UMK) Tahun 2024. Berdasarkan Tabel 2. menunjukkan sebagian besar subjek penelitian berjenis kelamin perempuan, dengan uang jajan kurang dari median sebesar Rp. 15.000 pada kelompok kontrol maupun intervensi.

### Pemberian Sarapan

Pemberian sarapan merupakan salah satu aspek penting dalam pola makan harian yang berperan besar dalam memenuhi kebutuhan energi dan zat gizi tubuh. Penilaian kebiasaan sarapan, tidak hanya melihat frekuensi atau kebiasaan sarapan, melainkan perlu ditinjau dari rata-rata asupan energi dan zat gizi yang diperoleh saat sarapan serta dapat menggambarkan terpenuhinya tingkat kecukupan gizi yang dianjurkan. Evaluasi sarapan berdasarkan kedua aspek ini dapat memberikan gambaran lebih komprehensif mengenai kontribusi sarapan terhadap pemenuhan kebutuhan zat gizi harian dan dampaknya terhadap kesehatan serta performa aktivitas sehari-hari. Sebaran asupan dan tingkat kecukupan energi dan zat gizi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa sebagian besar subjek pada kelompok kontrol memiliki kebiasaan sarapan yang tergolong tidak sesuai anjuran. Namun, sebaran data menunjukkan bahwa lebih dari separuh subjek (58,3%) pada kelompok kontrol memiliki tingkat kecukupan energi sarapan tergolong kurang (<15% kebutuhan energi), sedangkan 11,1% memiliki tingkat kecukupan energi sarapan tergolong lebih (>30% kebutuhan energi).

Tabel 4 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara asupan dan tingkat kecukupan energi dan zat gizi pada kelompok kontrol dan kelompok intervensi ( $p<0,05$ ). Hal tersebut mengindikasikan bahwa asupan dan tingkat kecukupan energi, protein, lemak, dan karbohidrat lebih besar pada kelompok intervensi dibandingkan kelompok kontrol.

Tabel 1. Formula *Sebaran Karakteristik Sosial Demografi dan Ekonomi Keluarga*

Karakteristik Sosial Demografi dan Ekonomi Keluarga	Kelompok Kontrol (n=36)		Kelompok Intervensi (n=46)	
	n	%	n	%
<b>Tingkat Pendidikan Ayah</b>				
Tidak Sekolah	0	0	1	2.2
SD/Sederajat	10	27.8	5	10.9
SMP/Sederajat	5	13.9	9	19.6
SMA/Sederajat	18	50	29	63
Perguruan Tinggi	3	8.3	2	4.3
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>100</b>	<b>46</b>	<b>100</b>
<b>Tingkat Pendidikan Ibu</b>				
Tidak Sekolah	1	2.8	1	2.2
SD/Sederajat	11	30.6	9	19.6
SMP/Sederajat	12	33.3	8	17.4
SMA/Sederajat	11	30.6	19	41.3
Perguruan Tinggi	1	2.8	9	19.6
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>100</b>	<b>46</b>	<b>100</b>
<b>Status Pekerjaan Ayah</b>				
Tidak Bekerja	0	0	1	2.2
Bekerja	36	100	45	97.8
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>100</b>	<b>46</b>	<b>100</b>
<b>Status Bekerja pada Ibu</b>				
Ibu rumah tangga	31	86,1	38	82,6
Bekerja	5	13.9	8	17.4
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>100</b>	<b>46</b>	<b>100</b>
<b>Tingkat Pendapatan Keluarga</b>				
< UMK Kab.Bogor (<Rp. 4.579.541)	4	11.1	15	32.6
≥ UMK Kab. Bogor (≥ Rp. 4.579.541)	32	88.9	31	67.4
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>100</b>	<b>46</b>	<b>100</b>

Tabel 2. Formula *Sebaran Karakteristik Subjek Penelitian*

Karakteristik Subjek	Kelompok Kontrol		Kelompok Intervensi	
	n	%	n	%
<b>Jenis Kelamin</b>				
Laki-Laki	11	30,6	13	28,3
Perempuan	25	69,4	33	71,7
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>100</b>	<b>46</b>	<b>100</b>
<b>Uang Jajan</b>				
< Median	19	52,8	7	84,8
(< Rp. 15.000)				
≥ Median	17	47,2	39	15,2
(≥ Rp. 15.000)				
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>100</b>	<b>46</b>	<b>100</b>

Tabel 3. Formula *Sebaran Tingkat Kecukupan Energi Sarapan Subjek*

Tingkat Kecukupan Energi	Kelompok Kontrol (n=36)		Kelompok Intervensi (n=46)	
	n	%	n	%
Sesuai anjuran (15-30% kebutuhan)	11	30,6	46	100
Tidak esuai anjuran (<15 atau >30% kebutuhan)	25	69,4	0	0
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>100</b>	<b>46</b>	<b>100</b>

Tabel 4. Formula *Pemberian Sarapan (Asupan dan Tingkat Kecukupan Energi dan Zat Gizi) pada Subjek*

Variabel	Kelompok Kontrol (n= 36) (rata-rata ± SD)	Kelompok Intervensi (n=46) (rata-rata ± SD)	p-value <sup>a</sup>
<b>Asupan</b>			
Energi	301,5 ± 187,5	473 ± 0	<0,001**
Protein	11,4 ± 8,9	17,5 ± 0	<0,001**
Lemak	11,6 ± 9,1	242,2 ± 0	<0,001**
Karbohidrat	38,2 ± 27,5	46,8 ± 0	0,004*
<b>Tingkat Kecukupan</b>			
Energi	14,9 ± 9,4	22,5 ± 2,5	<0,001**
Protein	14,9 ± 11,6	22,2 ± 2,4	<0,001**
Lemak	20,6 ± 16,3	41,4 ± 4,6	<0,001**
Karbohidrat	12,6 ± 9,5	14,8 ± 1,6	0,004*

## Konsentrasi Belajar

Sarapan memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung kesehatan dan fungsi kognitif, terutama bagi siswa yang membutuhkan energi dan zat gizi. Konsumsi sarapan yang cukup dan bergizi berkontribusi terhadap peningkatan konsentrasi, daya ingat, dan kemampuan pemecahan masalah sehingga mempengaruhi prestasi belajar secara keseluruhan. Sebaran konsentrasi subjek disajikan pada Tabel 5. Pada Tabel 5 keterangan yang diberikan adalah bahwa <sup>a</sup>Uji Beda Mann-Whitney, \*\*signifikan p-value <0,001, \*signifikan p-value <0,05

Tabel 5. Formula *Sebaran Konsentrasi Belajar pada Remaja*

Konsentrasi	Kelompok Kontrol (n=36)		Kelompok Intervensi (n=46)		p-value
	n	%	n	%	
Kurang (skor < 38,4)	23	47,9	25	52,1	
Baik (skor ≥ 38,4)	13	38,2	21	61,8	
<b>Rata-rata ± SD</b>	<b>35,4 ± 10,7</b>		<b>40,6 ± 9,0</b>		0,034*

Tabel 5 menunjukkan bahwa sebagian besar skor konsentrasi subjek pada kelompok kontrol tergolong kurang, sedangkan skor konsentrasi subjek pada kelompok kontrol sebagian besar sudah tergolong baik. Selain itu, hasil uji Mann-Whitney menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara skor konsentrasi subjek pada kelompok kontrol dan kelompok intervensi ( $p<0,05$ ). Hal tersebut mengindikasikan bahwa skor konsentrasi subjek lebih besar pada kelompok intervensi dibandingkan kelompok kontrol. Pemberian sarapan pada kelompok intervensi yang dapat memenuhi kebutuhan sesuai anjuran memiliki skor konsentrasi yang tergolong lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol.

## Hubungan antara Pemberian Sarapan dengan Konsentrasi

Hasil uji Spearman menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang signifikan antara asupan dan tingkat kecukupan energi, protein, lemak, dan karbohidrat terhadap konsentrasi pada remaja ( $p<0,05$ ). Hasil analisis korelasi antara pemberian sarapan (asupan dan tingkat kecukupan energi dan zat gizi) disajikan pada Tabel 5.

Asupan energi, protein, dan lemak memiliki koefisien korelasi atau kekuatan hubungan yang tergolong sedang dengan arah positif, sedangkan asupan karbohidrat, tingkat kecukupan energi, protein, lemak, dan karbohidrat memiliki koefisien korelasi atau kekuatan hubungan yang tergolong lemah dengan arah positif. Hal tersebut bermakna bahwa semakin meningkatkan asupan dan tingkat kecukupan energi, protein, lemak, dan karbohidrat maka skor konsentrasi akan semakin tinggi. Pada Tabel 5 keterangan yang diberikan adalah bahwa "Uji Korelasi Spearman, \*\*signifikan  $p$ -value  $<0,001$ , \*signifikan  $p$ -value  $<0,05$ .

Tabel 6. Formula *Hubungan Antara Pemberian Sarapan Terhadap Konsentrasi*

	Variabel	Konsentrasi	
		Koefisien Korelasi (r)	p-value <sup>a</sup>
<b>Asupan</b>			
Energi		0,498	<0,001**
Protein		0,403	<0,001**
Lemak		0,432	<0,001**
Karbohidrat		0,35	0,001*
<b>Tingkat Kecukupan</b>			
Energi		0,391	<0,001**
Protein		0,314	0,004*
Lemak		0,352	0,001*
Karbohidrat		0,315	0,004*

## PEMBAHASAN

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang signifikan antara asupan dan tingkat kecukupan energi, protein, lemak, dan karbohidrat terhadap konsentrasi pada remaja ( $p<0,05$ ). Temuan penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang signifikan antara pemberian sarapan terhadap konsentrasi pada remaja [7, 13, 26–28]. Berdasarkan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa remaja yang diberikan sarapan 1 kali per minggu yang dilaksanakan selama 4 minggu mengalami peningkatan fungsi kognitif tercermin pada memori spasial, daya ingat jangka pendek, dan atensi auditori yang tergolong lebih baik [29]. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa 2 kali pemberian sarapan dapat meningkatkan konsentrasi belajar remaja. Sarapan merupakan kegiatan penting yang harus dilakukan sebagai awal menjalani aktivitas sehari-hari. Sarapan merupakan konsumsi makanan dan minuman yang dilakukan sejak bangun tidur hingga pukul 09.00 di pagi hari dengan tujuan memenuhi sekitar 15-30% kebutuhan gizi harian agar dapat hidup sehat, aktif, dan cerdas [30]. Selain itu, sarapan juga berperan dalam mendukung proses pembelajaran di sekolah. Tingkat konsentrasi dalam belajar dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah asupan makanan terutama sarapan yang berdampak pada fungsi kognitif. Pola makan yang sehat dan berkualitas, seperti rutin sarapan, memberikan efek positif pada fungsi otak serta kehadiran siswa di sekolah. Diet yang tepat dapat membantu meningkatkan konsentrasi, sehingga berpengaruh pada prestasi belajar siswa [31]. Namun, terdapat beberapa faktor lainnya yang dapat memengaruhi konsentrasi seperti aktivitas fisik, istirahat yang tidak teratur, lingkungan kelas, sosial ekonomi, dan status gizi [32, 33].

Perbedaan asupan antara kelompok kontrol dan intervensi karena adanya perbedaan perlakuan. Secara spesifik, kelompok intervensi menerima sarapan yang dianjurkan tercermin pada jumlah, kandungan energi, dan zat gizi sesuai dengan tingkat kecukupan energi yang dianjurkan. Secara umum, subjek pada kelompok intervensi dapat menghabiskan makanan atau sarapan yang diberikan dengan tingkat kecukupan energi sebesar 21,3%. Namun, pada kelompok kontrol terdapat 69,4% subjek yang mengonsumsi sarapan yang tidak sesuai anjuran. Hal tersebut dapat menyebabkan asupan dan tingkat kecukupan energi dan zat gizi yang berbeda pada kelompok intervensi dan kontrol. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa asupan dan tingkat kecukupan energi yang memadai dapat mendukung konsentrasi subjek yang lebih baik ditandai dengan arah koefisien korelasi positif. Berdasarkan hasil tabulasi silang juga menunjukkan bahwa subjek yang memiliki konsentrasi tergolong baik pada kelompok intervensi dan kontrol, sebagian besar (85,3%) memiliki tingkat kecukupan energi yang memenuhi anjuran, sedangkan subjek yang memiliki konsentrasi tergolong kurang, cenderung memiliki tingkat kecukupan energi yang tidak memenuhi anjuran (37,5%). Hal ini mengindikasikan bahwa peran asupan maupun tingkat kecukupan energi yang memenuhi anjuran memiliki peran vital dalam mendukung performa otak yang tercermin pada tingkat konsentrasi yang baik dibandingkan dengan asupan maupun tingkat kecukupan energi tidak memenuhi anjuran. Pemenuhan energi pada otak yang memadai memiliki kecepatan memproses informasi, mempertahankan fokus, memori jangka pendek yang baik [29, 14].

Sarapan yang dianjurkan terdiri dari sumber karbohidrat kompleks, lemak, dan protein agar dalam proses metabolisme atau pencernaan tidak berjalan dengan cepat sehingga glukosa darah selalu tersedia hingga 2 jam setelah konsumsi [17]. Sarapan yang memenuhi kebutuhan energi dan zat gizi mampu meningkatkan kadar glukosa darah serta berperan dalam mengoptimalkan konsentrasi dan produktivitas [27, 34–37]. Kebiasaan sarapan memiliki korelasi kuat dengan kadar glukosa

darah, dengan hubungan positif yang ditemukan pada anak sekolah [38]. Asupan sarapan yang cukup energi dapat meningkatkan kadar glukosa darah, terutama jika mengandung karbohidrat dan lemak dalam jumlah yang memadai [39]. Kebiasaan sarapan memiliki korelasi kuat dengan kadar glukosa darah, dengan hubungan positif yang ditemukan pada anak sekolah [38]. Asupan sarapan yang cukup energi dapat meningkatkan kadar glukosa darah, terutama jika mengandung karbohidrat dan lemak dalam jumlah memadai [39]. Peningkatan kadar glukosa akibat sarapan ini membantu mengoptimalkan konsentrasi dan produktivitas. Saat tidur malam, metabolisme tubuh berubah sehingga kadar glukosa menurun, yang dapat mengakibatkan penurunan fungsi kognitif. Oleh karena itu, otak membutuhkan glukosa sebagai sumber energi utama untuk menjaga fungsi kognitif agar tetap optimal [4]. Jika kadar glukosa dalam darah rendah (hipoglikemia), otak tidak mendapatkan cukup energi, yang dapat menyebabkan kelelahan, kesulitan fokus, dan penurunan daya ingat. Oleh karena itu, konsumsi karbohidrat kompleks (seperti gandum utuh, oat, dan kacang-kacangan) lebih dianjurkan karena memberikan pasokan glukosa yang lebih stabil dan berkelanjutan, berbeda dengan karbohidrat sederhana yang dapat menyebabkan lonjakan dan penurunan gula darah secara drastis. Karbohidrat juga akan memengaruhi sintesis serotonin, dopamin, dan neurotransmitter lainnya melalui efek pada metabolisme glukosa dan gut-brain axis [40, 41].

Asupan protein pada saat sarapan juga sangat penting untuk dipenuhi dikarenakan protein terdiri dari asam amino, yang merupakan prekursor untuk neurotransmitter. Neurotransmitter adalah zat kimia yang mengirimkan sinyal di otak dan sangat penting untuk regulasi mood, perhatian, dan konsentrasi. Asam amino esensial seperti triptofan dan tirosin berperan dalam pembentukan neurotransmitter penting seperti serotonin (berhubungan dengan suasana hati) dan dopamin serta norepinefrin (berhubungan dengan kewaspadaan dan fokus). Konsumsi protein yang cukup memastikan produksi neurotransmitter ini berjalan lancar, mendukung fungsi kognitif yang optimal [18–20]. Asupan lemak terutama asam lemak tak jenuh ganda seperti lemak omega-3 terutama DHA (docosahexaenoic acid) memiliki peran penting dalam mempertahankan integritas membran sel saraf. Asam lemak tak jenuh ganda yang memadai dapat meningkatkan fluiditas membran sel, yang memfasilitasi komunikasi antarsel saraf. Hal ini sangat penting untuk memori, pembelajaran, dan konsentrasi. Kekurangan asupan lemak terutama asam lemak tak jenuh ganda dapat merusak struktur sel otak dan mengganggu transmisi sinyal, yang berujung pada penurunan kinerja kognitif, serta dapat menghambat proses metabolisme vitamin larut lemak. Selain itu, lemak atau lipid juga berperan memfasilitasi transduksi sinyal, dan berperan dalam sintesis serta pelepasan neurotransmitter. Sfingolipid dan fosfolipid berperan dalam mengatur struktur dan plastisitas neuron, yang juga akan memengaruhi konsentrasi dalam belajar dan kapasitas memori atau daya ingat. Metabolisme lipid yang terganggu dapat menyebabkan hilangnya sinaptik, stres oksidatif, dan peradangan, yang berkontribusi terhadap penurunan fungsi kognitif [21].

Otak membutuhkan energi dalam jumlah besar untuk menjalankan berbagai fungsi penting, seperti mempertahankan konsentrasi ion melintasi membran neuron, proses depolarisasi, pembentukan potensial aksi, dan menjaga agar saluran ion yang berperan dalam transmisi impuls saraf tetap aktif [20, 42, 43]. Glukosa berperan sebagai sumber energi utama dalam aktivitas metabolismik dan fungsi fisiologi otak, sehingga menjaga keseimbangan kadar glukosa di otak sangat penting agar otak dapat bekerja secara optimal. Otak menggunakan beberapa metabolit sebagai sumber energi, dengan glukosa sebagai yang utama. Selain itu, glutamat, laktat, dan badan keton juga berkontribusi dalam jumlah kecil. Senyawa tersebut harus melewati blood brain barrier (BBB), sebuah membran semi-permeabel yang sangat selektif, untuk masuk ke dalam otak. Mekanisme ini berfungsi sebagai perlindungan terhadap senyawa asing atau patogen yang berpotensi merusak [17, 44].

Sel saraf otak tidak mampu menyimpan glukosa, sehingga glukosa perlu disuplai terus-menerus melalui aliran darah. Transportasi glukosa melintasi BBB dimediasi oleh transporter glukosa independen natrium (GLUTs). Distribusi GLUTs ini bersifat spesifik; GLUT1 ditemukan pada sel endotel pembuluh darah dan astrosit, sementara GLUT3 dan GLUT4 berlokasi di neuron. Keberadaan transporter GLUT memastikan glukosa dapat mencapai sel-sel otak secara efisien untuk mendukung metabolisme energi yang dibutuhkan untuk mempertahankan konsentrasi dan fungsi kognitif lainnya [17, 45]. Glukosa mengalami proses glikolisis di dalam neuron, yaitu oksidasi glukosa menjadi dua molekul piruvat. Proses ini berlangsung di sitoplasma sel saraf dan terbagi menjadi dua tahap: lima reaksi awal yang mengubah satu molekul glukosa menjadi dua molekul gliseraldehyda-3-fosfat yang membutuhkan dua molekul ATP, dan lima reaksi akhir yang mengubah gliseraldehyda-3-fosfat menjadi dua molekul piruvat sekaligus menghasilkan empat molekul ATP serta satu molekul NADH dan ion H<sup>+</sup>. Piruvat sebagai produk akhir glikolisis kemudian dimetabolisme dalam siklus asam trikarboksilat atau siklus krebs yang menghasilkan NADH, ion H<sup>+</sup>, dan FADH<sub>2</sub>, kemudian digunakan dalam rantai transpor elektron untuk pembentukan ATP [17, 46, 47, 44]. Selain menghasilkan energi berupa ATP, produk metabolisme glukosa seperti  $\alpha$ -ketoglutarat, sitrat, glutamat, glutamin, GABA, dan asetilkolin juga berfungsi sebagai prekursor neuromodulator dan neurotransmitter yang penting dalam meningkatkan konsentrasi dalam proses belajar dan daya ingat. Gangguan dalam metabolisme glukosa otak telah dikaitkan dengan perkembangan penyakit neurodegeneratif. Kondisi hiperglykemia maupun hipoglikemia dapat menyebabkan ketidakseimbangan metabolisme glukosa yang dapat menimbulkan disfungsi saraf dan penurunan kemampuan fungsi kognitif [20, 42, 46].

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara asupan dan tingkat kecukupan energi dan zat gizi serta konsentrasi subjek pada kelompok kontrol dan kelompok intervensi. Selain itu, hasil analisis uji korelasi Spearman, terdapat korelasi yang signifikan antara asupan dan tingkat kecukupan energi, protein, lemak, dan karbohidrat terhadap konsentrasi pada remaja dengan arah korelasi positif yang bermakna bahwa semakin meningkatkan asupan dan tingkat kecukupan energi, protein, lemak, dan karbohidrat maka skor konsentrasi akan semakin tinggi. Peneliti juga menyarankan diperlukan penelitian yang lebih lanjut terkait pelaksanaan intervensi pemberian sarapan dengan jangka waktu yang lebih lama sehingga dapat memberikan informasi keterkaitan antara pemberian sarapan dengan

konsentrasi yang lebih komprehensif. Selain itu, perlu untuk dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai variabel dari aspek fungsi kognitif seperti atensi, processing speed, daya ingat sesaat, dan lain-lain.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tim Riset Fundamental pada Penelitian "Pengaruh Pemberian Sarapan Terhadap Kadar Glukosa Darah dan Working Memory pada Remaja yang dilakukan di SMP Negeri 1 dan 2 Cibungbulang", Kepala Sekolah dan Guru SMP Negeri 1 dan 2 Cibungbulang, dan Yayasan Husada Bogor yang telah mendukung pendanaan dan memberikan izin untuk melakukan serta menggunakan data penelitian. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua/wali dan subjek yang telah berpartisipasi dalam penelitian.

## PERNYATAAN KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan dalam penyelesaian penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bappenas RI, *Rencana Aksi Nasional Pangan dan Gizi 2021-2024*. Jakarta: Kementerian PPN, 2021.
- [2] M. G. S. Putra, "Hubungan antara Sosial Ekonomi, Demografi dan Kualitas Konsumsi Pangan dengan Status Gizi," *ARTERI : Jurnal Ilmu Kesehatan*, vol. 6, no. 1, pp. 31–40, 2024, <https://doi.org/10.37148/arteri.v6i1.445>.
- [3] Kemenkes RI, *Gizi dalam Daur Kehidupan*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI, 2017.
- [4] B. J. Salge, *Nutrition and You*. Amerika Serikat: Pearson Education Ltd, 2015.
- [5] I. Yunawati, N. F. Setyawati, D. Dali, N. I. Nasruddin, A. V. P. P. P. Rini, M. G. S. Putra, D. O. Anggiruling, M. Faisal, S. Supadmi, A. H. Amrinanto, A. Rahayu, and E. Andriani, *Gizi dalam Daur Kehidupan*. Kendari: CV. Eureka Media Aksara, 2023.
- [6] Hardinsyah and I. D. N. Supariasa, *Ilmu Gizi Teori Aplikasi*. Jakarta: EGC, 2016.
- [7] S. K. Putri, "Hubungan Kebiasaan Sarapan Pagi dengan Konsentrasi Belajar pada Anak Sekolah Dasar : Literature Review," *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia*, vol. 6, no. 8, pp. 1538–1544, 2023, <https://doi.org/10.56338/mppki.v6i8.3738>.
- [8] H. Pena-Jorquera, V. Campos-Nunez, K. P. Sadarangani, G. Ferrari, C. Jorquera-Aguilera, and C. Cristi-Montero, "Breakfast: A crucial meal for adolescents' cognitive performance according to their nutritional status. the cogni-action project," *Nutrients*, vol. 13, no. 4, pp. 1–12, 2021, <https://doi.org/10.3390/nu13041320>.
- [9] X. Ma, Q. Chen, Y. Pu, M. Guo, Z. Jiang, W. Huang, Y. Long, and Y. Xu, "Skipping breakfast is associated with overweight and obesity: A systematic review and meta-analysis," *Obesity Research and Clinical Practice*, vol. 14, no. 1, pp. 1–12, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.orcp.2019.12.002>.
- [10] J. F. Lopez-Gil, P. A. Sanchez-Miguel, M. A. Tapia-Serrano, and A. Garcia-Hermoso, "Skipping breakfast and excess weight among young people: the moderator role of moderate-to-vigorous physical activity," *European Journal of Pediatrics*, vol. 181, no. 8, pp. 3195–3204, 2022, <https://doi.org/10.1007/s00431-022-04503-x>.
- [11] K. Karatzi, G. Moschonis, E. Choupi, Y. Manios, K. P. Skenderi, E. Grammatikaki, O. Androutsos, S. Tanagra, A. Koumpitski, P. E. Siatitsa, A. Vandorou, A. E. Kyriakou, V. Dede, M. Kantilafti, A. E. Farmaki, A. Siopi, S. Micheli, L. Damianidi, P. Margiola, D. Gakni, V. Iatridi, C. Mavrogianni, K. Michailidou, A. Giannopoulou, E. Argyri, K. Maragkopoulou, M. Spyridonos, E. Tsikalaki, P. Kliasios, A. Naoumi, K. Koutsikas, E. Aggelou, Z. Krommyda, C. Aga, M. Birbilis, I. Kosteria, A. Zlatintsi, E. Voutsadaki, E. Z. Papadopoulou, Z. Papazi, M. Papadogiorgakaki, F. Chlouveraki, M. Lyberi, N. Karatsikaki-Vlami, E. Dionysopoulou, and E. Daskalou, "Late-night overeating is associated with smaller breakfast, breakfast skipping, and obesity in children: The Healthy Growth Study," *Nutrition*, vol. 33, pp. 141–144, 2017, <https://doi.org/10.1016/j.nut.2016.05.010>.
- [12] Kemenkes RI, *Riset Kesehatan Dasar 2018*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI, 2018.
- [13] D. Gede Yenny Apriani, "Hubungan Sarapan Pagi dengan Tingkat Konsentrasi Belajar pada Anak Kelas 4-6 Sekolah Dasar Negeri 1 Tiyenggading," *Jurnal Medika Usada*, vol. 5, no. 1, pp. 16–21, 2022, <https://doi.org/10.54107/medikausada.v5i1.115>.
- [14] K. Adolphus, C. L. Lawton, C. L. Champ, and L. Dye, "The effects of breakfast and breakfast composition on cognition in children and adolescents: A systematic review," *Adv Nutr*, vol. 7, pp. 590S–612S, 2016, <https://doi.org/10.3945/an.115.010256>.

- [15] A. W. Hazizah, I. S. Embrik, and A. Pratiwi, "Pengaruh Sarapan Pagi terhadap Konsentrasi Belajar pada Anak Kelas V di SDN 04 Tigaraksa," *Gudang Jurnal Ilmu Kesehatan*, vol. 2, no. 2, pp. 323–328, 2024, <https://doi.org/10.59435/gjik.v2i2.864>.
- [16] R. Marvelia, R. Kartika, and H. Dewi, "Hubungan Sarapan Pagi dengan Prestasi Belajar Siswa di SMA Negeri 4 Kota Jambi Tahun 2020," *Medical Dedication*, vol. 4, no. 1, pp. 198 – 205, 2021, <https://doi.org/10.22437/medicaldedication.v4i1.13487>.
- [17] S. S. Gropper and J. L. Smith, *Advanced Nutrition and Human Metabolism Eight Edition*. Belmont: Cengage Learning, 2021.
- [18] P. Salsabila and S. Nareswari, "Pengaruh sarapan terhadap konsentrasi belajar," *Medula*, vol. 13, no. 1, pp. 146–150, 2023, <https://doi.org/10.53089/medula.v13i1.593>.
- [19] J. Kim and S. Kang, "Relationships between dietary intake and cognitive function in healthy korean children and adolescents," *Lifestyle Med*, vol. 7, no. 1, pp. 10–17, 2017, <https://doi.org/10.15280/jlm.2017.7.1.10>.
- [20] R. Irawan, *Nutrisi Molekuler dan Fungsi Kognitif*. Surabaya: Airlangga University Press, 2020.
- [21] R. J. West, L. Briggs, M. Perona Fjeldstad, R. R. Ribchester, and S. T. Sweeney, "Sphingolipids regulate neuromuscular synapse structure and function in Drosophila," *Journal of Comparative Neurology*, vol. 526, no. 13, pp. 1995–2009, 2018, <https://doi.org/10.1002/cne.24466>.
- [22] L. Kustiyah, C. Carissa, and F. Anwar, "Relationship between Breakfast Types and Blood Glucose Level and Short-Term Memory of Elementary School Children in Bogor, Indonesia," in *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, vol. 16, 2020, pp. 27–28.
- [23] D. F. Herayeni, R. Hernanda, W. P. Wijayanto, and A. E. Setiawan, "Hubungan Kebiasaan Sarapan Pagi dengan Konsentrasi Belajar pada Anak di SD Mis Sa Al-Husna Purbolinggo," *Health Research Journal of Indonesia*, vol. 3, no. 1, pp. 20–28, 2024, <https://doi.org/10.63004/hrji.v3i1>.
- [24] J. Jaeger, "Digit Symbol Substitution Test: The Case for Sensitivity Over Specificity in Neuropsychological Testing," *Journal of Clinical Psychopharmacology*, vol. 38, no. 5, pp. 513–519, 2018, <https://doi.org/10.1097/JCP.0000000000000941>.
- [25] E. S. Dasopang, P. Radono, P. P. Kania, T. Suryowati, Y. Novika, Juherman, M. G. S. Putra, D. Nurrohima, F. Utami, A. M. Putri, N. P. A. M. P. Dewi, U. U. Fasrini, and Y. Prabandari, *Nutrisi dan Dietetika: Prinsip dan Praktik Komprehensif*. Solok: Mafy Media Literasi Indonesia, 2024.
- [26] B. Lentini and A. Margawati, "Hubungan Kebiasaan Sarapan dan Status Hidrasi dengan Konsentrasi Berfikir pada Remaja," *Journal of Nutrition College*, vol. 3, no. 4, pp. 631–637, 2014, <https://doi.org/10.14710/jnc.v3i4.6862>.
- [27] M. Z. Ma'arif, A. M. Duwairoh, and A. S. Firdauz, "Hubungan antara Sarapan Pagi dengan Tingkat Konsentrasi Belajar Siswa," *Jurnal Penelitian Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nahdlatul Ulama Tuban*, vol. 3, no. 1, pp. 52–57, 2021, <https://doi.org/10.47710/jp.v3i1.98>.
- [28] L. Verdiana and L. Muniroh, "Kebiasaan Sarapan Berhubungan dengan Konsentrasi Belajar pada Siswa SDN Sukoharjo I Malang," *Media Gizi Indonesia*, vol. 12, no. 1, pp. 14–20, 2018, <https://doi.org/10.20473/mgi.v12i1.14-20>.
- [29] C. R. Mahoney, H. A. Taylor, R. B. Kanarek, and P. Samuel, "Effect of breakfast composition on cognitive processes in elementary school children," *Physiology and Behavior*, vol. 85, no. 5, pp. 81–88, 2005, <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2005.06.023>.
- [30] Hardinsyah and M. Aries, "Jenis Pangan Sarapan dan Perannya dalam Asupan Gizi Harian," *Jurnal Gizi dan Pangan*, vol. 7, no. 2, pp. 89–96, 2012, <https://doi.org/10.25182/jgp.2012.7.2.89-96>.
- [31] A. K. Sari and N. Dora, "Konsentrasi Belajar Siswa Ditinjau dari Peran Orang Tua dalam Persiapan Pola Makan dan Kecukupan Gizi," *Jurnal Ilmiah Bimbingan Konseling Undiksha*, vol. 15, no. 1, pp. 59–66, 2024, <https://doi.org/10.23887/jibk.v15i1.80489>.
- [32] N. Maharani, K. Anwar, and D. H. Maskar, "Hubungan Keberagaman Sarapan, Tingkat Kecukupan Gizi terhadap Daya Ingat Siswa SMAN 12 Kota Tangerang Selatan," *Jurnal Teknologi Pangan dan Kesehatan*, vol. 6, no. 2, pp. 73–85, 2024, <https://doi.org/10.36441/jtepakes.v6i2.2593>.
- [33] D. E. Anggreny and Meiranti, "Pengaruh Status Gizi Dengan Konsentrasi Belajar Siswa di SD Negeri 2 Sumber Marga Telang," *Health Care: Jurnal Kesehatan*, vol. 12, no. 1, pp. 128–134, 2023, <https://doi.org/10.36763/healthcare.v12i1.371>.

- [34] W. R. Yunita and T. S. Nindya, "Hubungan Kebiasaan Sarapan, Kecukupan Zat Gizi dan Cairan dengan Daya Konsentrasi Anak Sekolah Dasar," *Media Gizi Indonesia*, vol. 12, no. 2, pp. 123–128, 2018, <https://doi.org/10.20473/mgi.v12i2.123-128>.
- [35] M. Muchtar, M. Julia, and I. L. Gamayanti, "Sarapan dan jajan berhubungan dengan kemampuan konsentrasi pada remaja," *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, vol. 8, no. 1, pp. 28–35, 2011, <https://doi.org/10.22146/ijcn.17728>.
- [36] T. N. Doloksaribu and M. A. Br. Peranginangin, "Hubungan Kebiasaan Sarapan Pagi dengan Konsentrasi Belajar Siswa Siswi di Sekolah Menengah Pertama," *Nutrix Journal*, vol. 8, no. 2, pp. 317–327, 2024, <https://doi.org/10.37771/nj.v8i2>.
- [37] A. Virginia and T. Sudiyah, "Hubungan kebiasaan sarapan pagi dengan konsentrasi belajar di SMP Muhammadiyah 1 Minggir," in *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*. Yogyakarta: LPPM Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, 2024, pp. 215–219.
- [38] Z. Tang, N. Zhang, A. Liu, D. Luan, Y. Zhao, C. Song, and G. Ma, "The effects of breakfast on short-term cognitive function among Chinese white-collar workers: Protocol for a three-phase crossover study," *BMC Public Health*, vol. 17, no. 1, pp. 1–8, 2017, <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4017-1>.
- [39] A. S. V. Nababan, M. M. Pinem, Y. Mini, and T. H. Purba, "Faktor yang Memengaruhi Kadar Gula Darah Penderita Diabetes Mellitus (DM) Tipe 2 di RSUD Dr. Djasamen Saragih Pematangsiantar," *Jurnal Dunia Gizi*, vol. 3, no. 1, pp. 23–31, 2020, <https://doi.org/10.33085/jdg.v3i1.4657>.
- [40] M. T. Arshad, S. Maqsood, R. Altalhi, G. Shamlan, I. A. M. Ahmed, A. Ikram, and M. A. Abdullahi, "Role of Dietary Carbohydrates in Cognitive Function: A Review," *Food Science and Nutrition*, vol. 13, no. 7, pp. 1–22, 2025, <https://doi.org/10.1002/fsn3.70516>.
- [41] R. A. Daulay, W. Iskandaria, S. Aminah, S. P. R. Tambunan, S. M. Sari, and M. Arya, "Analysis of the Impact of Carbohydrates on Human Health and Disease," *Transpublika International Research in Exact Sciences*, vol. 1, no. 3, pp. 25–31, 2022, <https://doi.org/10.55047/tires.v1i3.731>.
- [42] R. Mafiana and T. Bisri, "Membran Sel Neuron dan Sawar Darah Otak sebagai Struktur Proteksi Otak," *Jurnal Neuroanestesia Indonesia*, vol. 1, no. 3, pp. 209–216, 2012, <https://doi.org/10.24244/jni.vol1i3.174>.
- [43] K. Ramadhani and R. Widyanigrum, *Dasar-Dasar Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia*. Yogyakarta: UAD Press, 2022.
- [44] N. S. Chandel, "Glycolysis," *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, vol. 13, no. 5, pp. 1–11, 2021, <https://doi.org/10.1101/CSHPERSPECT.A040535>.
- [45] A. Johansen, H. D. Hansen, C. Svarer, S. Lehel, S. Leth-Petersen, J. L. Kristensen, N. Gillings, and G. M. Knudsen, "The importance of small polar radiometabolites in molecular neuroimaging: A PET study with [ 11 C]Cimbi-36 labeled in two positions," *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, vol. 38, no. 4, pp. 659–668, 2018, <https://doi.org/10.1177/0271678X17746179>.
- [46] M. Nimgampalle, H. Chakravarthy, and V. Devanathan, "Glucose metabolism in the brain: An update," *Recent Developments in Applied Microbiology and Biochemistry*, vol. 2, no. 1, pp. 77–88, 2021, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821406-0.00008-4>.
- [47] M. Rigoulet, C. L. Bouchez, P. Paumard, S. Ransac, S. Cuvellier, S. Duvezin-Caubet, J. P. Mazat, and A. Devin, "Cell energy metabolism: An update," *Biochimica et Biophysica Acta - Bioenergetics*, vol. 1861, no. 11, pp. 1–10, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.bbabi.2020.148276>.