

Hubungan Kualitas Asupan dengan Kadar Glukosa Darah dan *Working Memory* pada Remaja SMP Kota Malang

The Relationship of Intake Quality with Blood Glucose Level and Working Memory in Middle-School Adolescents in Malang City

Tsania Nur Muharrama¹, Lilik Kustiyah^{2*}, dan Cesilia Meti Dwiriani²

¹ Program Studi Pascasarjana Ilmu Gizi, Sekolah Pascasarjana, IPB University, Bogor 16680, Jawa Barat, Indonesia

² Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, IPB University, Bogor 16680, Jawa Barat, Indonesia

*Penulis koresponden: lilikku@apps.ipb.ac.id

Diterima: 3 Agustus 2025

Direvisi: 18 Agustus 2025

Disetujui: 28 Desember 2025

ABSTRACT

Adolescents are an age group that tends to skip breakfast. A breakfast is a morning meal before starting the day's activities. The role of breakfast is very important for the performance and academic achievement of adolescents, especially to increase the academic performances and achievements in adolescents notably for those who are active in academic or school activities. The series of processes of the role of intake and academic achievement are closely related with the quality of intake and one of the cognitive functions, namely, working memory ability. The purpose of this study was to determine the relationship between intake quality, blood glucose levels, and working memory in adolescents attending junior high schools in Malang City. This study used a cross-sectional research model with a sample size of 42 subjects. Subjects were aged between 12-15 years from SMP Negeri 25 Malang City. Data consisted of subject characteristics (age, sex, pocket money), family characteristics (parents' monthly income, last education and occupation, number of family members), quality of intake using the DQI-A component, blood glucose levels, and working memory ability using the Working Memory Questionnaire (WMQ) score. Analysis used SPSS 16.0 to determine the distribution of data and test the relationship through bivariate analysis between the quality of intake, blood glucose levels and working memory in the subjects. There was no relationship between the quality of intake and DQI-A components, blood glucose levels, and working memory ($p > 0.05$).

Keywords: *adolescents; blood glucose level; intake quality; working memory*

ABSTRAK

Remaja merupakan kelompok usia yang cenderung melewati sarapan pagi. Sarapan pagi adalah aktivitas makan di pagi hari sebelum memulai berbagai kegiatan. Sarapan pagi sangat bermanfaat untuk mendukung performa maupun prestasi akademik remaja terutama mereka yang aktif dalam kegiatan belajar di sekolah. Rangkaian proses dari peran asupan dengan prestasi akademik erat kaitannya dengan kualitas asupan, kadar glukosa darah dan salah satu fungsi kognitif yaitu kemampuan *working memory*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara kualitas asupan dengan kadar glukosa darah dan *working memory* pada remaja SMP di Kota Malang. Desain penelitian yang digunakan adalah *cross-sectional* dengan subjek berjumlah 42 siswa berusia 12-15 tahun dari SMP Negeri 25 Kota Malang. Data yang dikumpulkan meliputi karakteristik subjek (usia, jenis kelamin, uang saku), karakteristik keluarga (pendapatan bulanan orang tua, pendidikan terakhir dan pekerjaan orang tua, jumlah anggota keluarga), kualitas asupan berdasarkan komponen DQI-A, kadar glukosa darah, dan kemampuan *working memory* diukur menggunakan skor *Working Memory Questionnaire* (WMQ). Analisis data dilakukan menggunakan SPSS 16.0 untuk mengetahui distribusi data dan uji hubungan melalui analisis bivariat antara kualitas asupan, kadar glukosa darah dan *working memory* pada subjek. Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kualitas asupan dan komponen DQI-A nya, kadar glukosa darah dan *working memory* ($p > 0,05$).

Kata kunci: kadar glukosa darah; kualitas asupan; remaja, *working memory*

PENDAHULUAN

Sarapan merupakan salah satu kebiasaan penting yang perlu dilakukan untuk memenuhi kebutuhan energi dan zat gizi (Kustiyah dan Kusprasetya 2018). Sarapan pagi adalah kegiatan makan di pagi hari untuk memenuhi sekitar 15-30% kebutuhan pada hari itu yang dilakukan sebelum jam 9 pagi (Hardinsyah dan Aries 2016). Sarapan pagi berperan dalam menyediakan energi dan gula untuk otak sehingga mendukung prestasi akademik remaja sekolah (Saidin et al. 1991). Otak merupakan bagian tubuh yang membutuhkan glukosa dan oksigen sebagai energi secara konstan untuk performa otak, apabila cadangan energi tersebut tidak ada pengganti berikutnya maka performa otak dapat berkurang dalam kurun waktu kurang dari 10 menit (Martin dan Benton 1999). Remaja merupakan kelompok usia yang prevalensinya paling sering melewatkan sarapan pagi serta diperkirakan akan terus bertambah (Peña-Jorquera et al. 2021). Data *Global School Health Survey* (2015) mengutip bahwa masih terdapat remaja yang melewatkan sarapan pagi sebanyak 62,2% (Kusumawardanik et al. 2015). Penelitian yang dilakukan oleh Verdiana dan Muniroh (2018) pada anak usia sekolah di Kota Malang menunjukkan rendahnya kebiasaan sarapan ditunjukkan dari distribusi siswa yang tidak sarapan sebanyak 14 dari 43 siswa (32,6%).

Remaja melewatkan waktu sarapan pagi umumnya karena beberapa faktor seperti kesibangan untuk segera melakukan suatu aktivitas, tidak ada waktu, tidak tersedianya makanan di pagi hari, malas, kurangnya kesadaran akan pentingnya sarapan pagi, tidak terbiasa sarapan pagi, mengikuti tren diet yang melewati sarapan pagi dan merasa belum lapar (Gemily dan Aruben 2017; Sari et al. 2016). Glukosa sebagai makanan pertama untuk mengawali hari merupakan salah satu komponen sumber yang memberi energi untuk perkembangan dan performa otak (Kustiyah et al. 2006). Glukosa memiliki peran dalam mendukung performa otak seperti kemampuan *working memory*. *Working memory* adalah salah satu aspek fungsi kognitif yang memengaruhi prestasi akademik terutama pada pelajar (Peña-Jorquera et al. 2021). Hal ini juga sejalan dengan studi oleh Jirout et al. (2019) terdapat kemungkinan asupan makanan dan gizi memengaruhi kemampuan kapasitas *working memory* anak-anak dalam melakukan rangkaian proses informasi menjadi daya ingat jangka panjang dan mengingat kembali informasi tersebut dalam jangka waktu yang lama ketika dibutuhkan. Remaja yang banyak melewatkan sarapan pagi cenderung memiliki penurunan kadar glukosa darah dan berujung pada penurunan performa otak (Adole dan Ware 2014).

Studi oleh Lockhead dan Verspoor (1991) menunjukkan prestasi akademik remaja di kebanyakan sekolah negara berkembang cukup mengecewakan karena rendahnya asupan gizi dan kesehatan serta rasa lapar selama jam sekolah yang akhirnya menghambat kemampuan belajar optimal siswa (Powell et al. 1998). Hal ini sesuai dengan studi oleh Hoyland et al. (2009) bahwa sarapan pagi memengaruhi prestasi akademik anak di sekolah mulai dari kemampuan kognitif seperti tingkat konsentrasi, atensi maupun kemampuan *working memory*. Terdapat pengaruh asupan terhadap prestasi akademik, namun hal ini masih jarang diteliti (Adolphus et al. 2013). Hal ini didukung pula oleh hasil penelitian yang menunjukkan adanya peran asupan, khususnya sarapan pagi, terhadap fungsi kognitif terutama *working memory* yang belum konsisten (Peña-Jorquera et al. 2021).

Sarapan pagi memiliki manfaat dalam mendukung prestasi akademik melalui optimalisasi kualitas asupan, kadar glukosa darah dan kemampuan *working memory*, namun masih sedikit diteliti. Berdasarkan uraian sebelumnya, penelitian ini ingin menganalisis hubungan kualitas asupan pada glukosa darah dan *working memory* remaja SMP di Kota Malang. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk mengkaji lebih dalam aspek gizi di dunia pendidikan di lingkungan komunitas.

METODE

Desain, tempat, dan waktu

Penelitian ini menggunakan desain *cross-sectional*. Penelitian dilakukan di SMP Negeri 25 Kota Malang, Provinsi Jawa Timur. Penelitian dilakukan pada bulan Januari-Agustus 2025. Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan persetujuan komisi etik penelitian Poltekkes Kota Malang dengan nomor DP.04.03/F.XXI.30/00242/2025. Penelitian dilakukan melalui pra-penelitian yaitu persiapan kuesioner, perizinan penelitian kepada pihak etik, Dinas Pendidikan Kota Malang dan pihak sekolah. Kemudian penelitian dilanjutkan dengan pengambilan data di SMP Negeri 25 Kota Malang. Pengambilan data primer dilakukan dengan wawancara *food recall*, pengisian *working memory questionnaire* (WMQ) oleh subjek serta cek gula darah.

Jenis dan cara pengambilan subjek

Subjek pada penelitian ini merupakan siswa yang bersekolah di SMP Negeri 25 Kota Malang, Provinsi Jawa Timur sebanyak 62 orang. Pengambilan subjek yang digunakan adalah *stratified random sampling*

dengan kriteria subjek adalah remaja yang bersekolah dan siswa kelas 7 dan kelas 8, bersedia menjadi subjek penelitian, menandatangani *informed assent* setelah *informed consent* diberikan dan diizinkan oleh orang tua/wali subjek serta bersedia mengikuti seluruh rangkaian penelitian. Setelah tahap pengisian *informed consent* dan *assent*, sebanyak 20 orang diantaranya tidak diizinkan oleh orang tua atau wali sehingga jumlah akhir subjek yang bisa mengikuti penelitian adalah 42 subjek. Jumlah ini melebihi standar minimal subjek sebesar 30 orang (Baley dalam Mahmud 2011). Oleh karena itu, jumlah perhitungan subjek menunjukkan bahwa jumlah minimal subjek telah terpenuhi.

Jenis dan cara pengumpulan data

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dengan cara wawancara terstruktur dengan menggunakan kuesioner dan pengukuran antropometri secara langsung. Data primer penelitian ini terdiri dari karakteristik subjek, karakteristik keluarga, data asupan *food recall*, kadar glukosa darah, dan *working memory* subjek. Data karakteristik subjek meliputi usia, jenis kelamin, kelas, uang saku subjek. Data karakteristik subjek diperoleh dengan cara mengisi kuesioner dengan dipandu oleh peneliti. Data karakteristik keluarga diantaranya pendidikan terakhir orang tua, pekerjaan orang tua, pendapatan per bulan orang tua dan jumlah anggota keluarga subjek. Data kadar glukosa darah subjek diukur menggunakan *glucometer*, pengambilan darah untuk kadar glukosa darah diambil melalui metode *fingerprick* sekitar 1-2 jam setelah sarapan pagi atau disebut sebagai masa *post-prandial* (Luthfiah *et al.* 2021).

Kadar glukosa darah pada subjek dibagi menjadi kelompok hipoglikemi apabila kadar <70 mg/dl dan tidak hipoglikemi jika ≥ 70 mg/dl (PERKENI 2024). Data asupan subjek merupakan data yang diperlukan untuk menentukan kualitas asupan melalui wawancara *food recall* 2x24 jam yang kemudian dinilai kesesuaiannya dengan Pedoman Gizi Seimbang lalu dihitung komponen-komponen kualitas dietnya menggunakan *Dietary Quality Index for Adolescent* (DQI-A). Data *working memory* diambil menggunakan *working memory Questionnaire* (WMQ). Total pertanyaan WMQ sejumlah 30 pertanyaan yang dapat dikerjakan oleh subjek sendiri dengan arahan peneliti. Kuesioner WMQ yang digunakan adalah kuesioner yang sudah diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia dan telah teruji validitas dan reliabilitasnya (Kustiyah *et al.* 2024).

Pengolahan dan analisis data

Pengolahan data meliputi kegiatan *entry*, *editing*, *coding* dan *cleaning*. Pengolahan data menggunakan aplikasi Microsoft excel 2010 kemudian dianalisis menggunakan program SPSS versi 16.0 untuk Windows 10. Data jenis kelamin dikelompokkan menjadi jenis kelamin laki-laki dan perempuan. Uang saku dikelompokkan menjadi rendah apabila dibawah rata-rata uang saku subjek dan cukup apabila diatas rata-rata uang saku subjek. Kualitas asupan dilihat dari persentase komponen dan skor DQI-A, secara nasional belum ada *cut off* kategori untuk kualitas asupan, namun, Vyncke *et al.* (2013) dalam studinya menunjukkan bahwa semakin besar presentasi komponen dan skor DQI-A maka semakin bagus kualitas asupan individu tersebut. Data kemampuan WMQ akan dihitung dan ditotal total skor masing-masing subjek kemudian dibandingkan dengan rata-rata populasi studi, belum ada standar golongan untuk skor WMQ sehingga peneliti menggunakan komparasi dengan rata-rata total skor.

Analisa data mencakup uji deskriptif untuk melihat persebaran data dan uji hubungan pearson untuk mengetahui hubungan antar variabel kualitas asupan, kadar glukosa darah dan *working memory*. Penelitian menggunakan tingkat signifikansi $p < 0,05$ dan taraf kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik subjek terdiri dari usia, jenis kelamin dan uang saku. Karakteristik subjek pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1. Karakteristik subjek sekitar dua per tiga berusia 13 tahun (69%). Rentang usia subjek terdapat kelompok masa remaja muda yaitu usia 12-14 tahun (92,9%) dan pertengahan yaitu usia 15 tahun (7,1%). Mayoritas subjek berjenis kelamin perempuan (71,4%) serta rata-rata uang saku subjek adalah Rp13.149. Subjek sebagian besar memiliki uang saku dibawah Rp13.149,00 (61,9%). Hal ini mirip dengan penelitian Nurul *et al.* (2023) di mana sebagian besar remaja SMP adalah perempuan. Uang saku tersebut tidak digunakan untuk kebutuhan membeli makanan maupun minuman saja namun juga tabungan mingguan kelas. Rendahnya uang saku juga sesuai dengan penelitian oleh Wardani *et al.* (2023) kebanyakan uang saku siswa remaja SMA di bawah rata-rata dari total uang saku subjek penelitiannya.

Tabel 1. Karakteristik subjek

Karakteristik subjek	n	(%)
Usia		
- 12 tahun	3	7,1
- 13 tahun	29	69,1
- 14 tahun	7	16,7
- 15 tahun	3	7,1
Jenis kelamin		
- Laki-laki	12	28,6
- Perempuan	30	71,4
Uang saku		
- Rendah	26	61,9
- Cukup	16	38,1

Karakteristik keluarga terdiri atas pendidikan terakhir orang tua, pekerjaan orang tua, pendapatan bulanan orang tua dan jumlah anggota keluarga. Tabel 2 menyajikan data karakteristik keluarga. Pendidikan terakhir ayah dan ibu secara berurutan didominasi lulusan SM/MA sederajat (33,3% dan 52,4%). Pekerjaan ayah sebagian besar adalah PNS atau karyawan swasta (59,6%) dan pekerjaan ibu adalah tidak bekerja/ibu rumah tangga (50%). Dua per tiga keluarga memiliki pendapatan per bulan masih dibawah UMR Kota Malang (66,7%) serta subjek tinggal bersama anggota keluarga berjumlah ≥ 5 orang termasuk subjek (54,8%) dalam satu atap. Jumlah anggota keluarga dan pendapatan keluarga dapat memengaruhi pola asupan keluarga (Handayani dan Yulistiyono 2023).

Tabel 2. Karakteristik keluarga

Karakteristik keluarga	n	(%)
Pendidikan terakhir ayah		
- Tidak sekolah	2	4,8
- SD/MI sederajat	6	14,3
- SMP/MTs	8	19,0
- SM/MA sederajat	14	33,3
- PT (Diploma I-IV, sarjana)	12	28,6
Pendidikan terakhir ibu		
- SD/MI sederajat	2	4,8
- SMP/MTs	10	23,8
- SM/MA sederajat	22	52,4
- PT (Diploma I-IV, sarjana)	8	19,0
Pekerjaan ayah		
- Tidak bekerja	1	2,4
- PNS/karyawan Swasta	25	59,5
- Wiraswasta/wirusaha	5	11,9
- Petani/buruh	11	26,2
Pekerjaan ibu		
- Tidak bekerja/ibu rumah tangga	21	50
- PNS/karyawan swasta	8	19,1
- Wiraswasta/wirusaha	12	28,5
- Petani/buruh	1	2,4
Pendapatan keluarga		
- Kurang ($<$ UMR Kota Malang, Rp3.194.143)	28	66,7
- Cukup ($\geq$ UMR Kota Malang, Rp3.194.143)	14	33,3
Jumlah keluarga		
- < 5 anggota	19	45,2
- ≥ 5 anggota	23	54,8

Rata-rata komponen dan skor DQI-A dapat dilihat pada Tabel 3. Nilai minimum dan maksimum dari skor DQI adalah -33% hingga 100% (Vyncke et al. 2013). Rata-rata skor DQ subjek adalah 5,1%. Nilai tengah DD adalah 75% atau sekitar 5,9 dari 8 rekomendasi kelompok bahan pangan. Subjek minimal mengkonsumsi 4 dari 8 rekomendasi bahan pangan serta maksimal mengonsumsi 7,5 dari 8 rekomendasi kelompok bahan pangan. Kelompok bahan pangan yang paling sedikit dikonsumsi adalah buah dan lauk nabati secara berturut-turut hanya 15 dan 17 subjek dari 42 subjek. Kelompok bahan pangan yang paling banyak dikonsumsi adalah

makanan pokok seperti nasi, mi dan kelompok cairan (air putih) secara berurutan oleh semua subjek. Rata-rata DA dan DEx subjek secara berurutan adalah 5,15% dan -5,88%. Hasilnya, rata-rata skor DE subjek adalah 11,03%. Skor DQI-A didapat dari rata-rata dari DQ, DA dan DE sehingga didapat hasil 30,3%. Skor DQI-A penelitian ini lebih rendah apabila dibandingkan dengan rata-rata skor DQI-A penelitian lainnya yaitu pada remaja SMP 4 dan SMA Yadika 12 Yogyakarta secara berurutan oleh penelitian Wardani *et al.* (2023) yaitu 45,17% dan Hidayat *et al.* (2024) yaitu 32,76%. Rendahnya skor DQI-A subjek penelitian ini dapat disebabkan oleh subjek cenderung mengonsumsi kelompok makanan *low nutrient energi-dense food* atau merupakan kelompok makanan yang di proses lama seperti kue/jajan manis, *softdrinks* dan nugget ayam. Kelompok rendah gizi namun padat energi tersebut merupakan kelompok faktor pemberat yang memberi nilai -1 dalam perhitungan kualitas diet sehingga mengurangi kualitas diet subjek, tingkat kecukupan diet (DA) termasuk rendah serta rata-rata subjek tidak memiliki kelebihan asupan (DEx). Diketahui harga beberapa jajanan di kantin sekolah cukup terjangkau dengan rata-rata uang saku subjek. Hal ini berkebalikan dengan penelitian yang dilakukan oleh Suci *et al.* (2024) yang menunjukkan bahwa semakin kecil uang saku yang dimiliki maka semakin berkurang pula kebiasaan konsumsi makanan cepat saji pada remaja.

Tabel 3. Rata-rata komponen dan skor DQI-A

Komponen dan skor DQI-A	Mean±SD	Median (Min-Max)
Dietary quality (DQ)	5,1	4,9 (3,1-7,3)
Dietary diversity (DD)	74,6	75 (49,5 – 93,5)
Dietary equilibrium (DE)	11,0	10,9 (10,6-11,5)
Skor DQI-A	30,3	30,5 (21,2-36,9)

Kadar glukosa darah didapatkan dari cek gula darah dan *working memory* didapatkan dari skor WMQ. Rata-rata kadar glukosa darah seluruh subjek adalah 103,2 mg/dl. Nilai terendah kadar glukosa darah subjek adalah 68 mg/dl dan paling tinggi 131 mg/dl. Kelompok dengan kadar glukosa darah yang termasuk hipoglikemi hanya satu subjek sisanya tidak hipoglikemi. Subjek diketahui tidak sarapan pagi sebelum berangkat sekolah sehingga menyebabkan kadar glukosa darahnya rendah. Rentang kadar glukosa darah normal pada remaja adalah antara 100-199 mg/dl (Kemenkes RI 2018). Rata-rata waktu sarapan sebelum cek glukosa darah adalah jam 7 pagi, nilai tengah waktu sarapan adalah jam 6 pagi dengan jam minimal subjek mulai sarapan jam 5 pagi dan paling akhir atau maksimal jam 10 pagi.

Rata-rata skor WMQ subjek adalah 52,6 dengan skor terendah adalah 30 dan skor paling tinggi diantara subjek adalah 87. Nilai maksimum skor WMQ adalah 120 serta semakin tinggi skor WMQ individu maka menunjukkan semakin sulit individu tersebut melakukan kegiatan yang berhubungan dengan fungsi *working memory* (Vallat-Azouvi *et al.* 2012). Subjek paling banyak memiliki tingkat kesulitan rendah (54,8%). Tabel 4 menunjukkan tingkat kesulitan *working memory* subjek. Kelompok tingkat kesulitan rendah dan tinggi merupakan kelompok yang dibandingkan dengan rata-rata skor WMQ subjek.

Tabel 4. Distribusi kadar glukosa darah dan tingkat kemampuan *working memory*

Tabel 11 Distribusi Kadar Glukosa darah dan tingkat kesulitan pada <i>Working memory</i>						
Kadar glukosa darah	<i>Working memory</i>					
	Tingkat kesulitan rendah		Tingkat kesulitan tinggi		Total	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)
Hipoglikemi	0	9,5	1	2,4	1	11,9
Tidak hipoglikemi	23	45,2	18	42,9	41	88,1
Total	23	54,8	19	45,2	42	100

Tabel 5 menunjukkan hubungan kualitas asupan dengan kadar glukosa darah subjek. Analisis uji hubungan menggunakan *pearson* didapatkan bahwa tidak terdapat hubungan antara kualitas asupan (DQ) dan keseimbangan asupan (DE) dengan kadar glukosa darah ($p>0,05$) namun ditemukan adanya hubungan signifikan antara keragaman asupan (DD) dengan kadar glukosa darah. Penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni *et al.* (2023) juga menunjukkan kualitas asupan tidak berhubungan signifikan dengan kadar glukosa darah. Adapun beberapa penelitian menyebutkan bahwa faktor yang berhubungan dengan kualitas asupan adalah jumlah pengeluaran untuk kebutuhan asupan, pendidikan dan perubahan kebiasaan makan (Daneshzad *et al.* 2019; Sepandi *et al.* 2022; Wahyuni *et al.* 2023).

Tabel 5. Hubungan komponen dan skor kualitas asupan dengan kadar glukosa darah

Komponen dan skor kualitas asupan	Kadar glukosa darah	
	r	p
DQ ^b	-0,044	0,781
DD ^c	0,993	0,025*
DE ^d	-0,044	0,781
Skor DQI-A ^a	0,051	0,747

^a Dietary Quality Index for Adolescent. ^b Dietary Quality. ^c Dietary Diversity ^d Dietary Equilibrium.

* terdapat hubungan signifikan

Uji hubungan menggunakan *Pearson* pada DQ, DD maupun DE menunjukkan tidak ada hubungan signifikan dengan kadar glukosa darah ($p > 0,05$). Uji hubungan menggunakan *chi-square* pada komponen dan skor DQI-A terhadap kadar glukosa darah sebagian besar tiap komponen menunjukkan tidak ada hubungan kecuali DD ($p = 0,025$, $p < 0,05$). Hasil analisis oleh Wahyuni *et al.* (2023) juga menunjukkan tidak ada hubungan pada komponen DQ dan DE namun justru menemukan adanya hubungan antara DD dengan kadar glukosa darah. Penelitian Wahyuni *et al.* (2023) berfokus pada kelompok diabetes mellitus tipe 2 sehingga ada kemungkinan mendorong subjek pada penelitian tersebut cenderung untuk memilih bahan pangan yang direkomendasikan pada Pedoman Gizi Seimbang (Permen 2014). Wahyuni *et al.* (2023) juga menyebutkan bahwa penggunaan obat dan mengikuti bentuk perawatan maupun tindakan medis dapat memengaruhi kadar glukosa darah secara langsung. Tabel 6 menyajikan rata-rata kadar glukosa darah subjek menurut kemampuan *working memory*. Mayoritas subjek tidak dalam kondisi hipoglikemi (88,1%) dan memiliki tingkat kesulitan WMQ yang rendah (54,8%). Rata-rata kadar glukosa darah pada 23 subjek yang memiliki tingkat kesulitan WMQ rendah adalah 103,9 mg/dL sedangkan rata-rata kadar glukosa darah pada 19 subjek lainnya yang memiliki tingkat kesulitan WMQ tinggi adalah 102,3 mg/dL. Rata-rata kadar glukosa darah dari kelompok hipoglikemi adalah 68 mg/dl sedangkan kelompok tidak hipoglikemi adalah 104 mg/dl. Kadar glukosa darah paling rendah pada kelompok tingkat kesulitan *working memory* rendah adalah 72 mg/dl dan paling tinggi 128 mg/dl. Mayoritas subjek memiliki kondisi tidak hipoglikemi dan tingkat kesulitan WMQ yang rendah.

Tabel 6. Rata-rata kadar glukosa darah menurut kemampuan *working memory*

<i>Working memory</i>	Mean±SD	Med (Min-max)	r	p-value
Tingkat kesulitan rendah	103,9±14,6	107 (72-128)	0,129	0,417
Tingkat kesulitan tinggi	102,3±12,3	101 (68-131)		

Hasil uji hubungan kadar glukosa darah dengan *working memory* menggunakan *pearson* pada Tabel 6 menunjukkan tidak ada hubungan antara kedua variabel ($p > 0,05$). Hal ini berlawanan dengan beberapa penelitian yang menunjukkan semakin rendah kadar glukosa darah hingga memasuki fase hipoglikemia akut (kurang dari 54 mg/dL) maka terdapat hubungan dengan kerusakan kemampuan kognitif termasuk komponen *working memory* seperti kemampuan mengingat dari bacaan (*reading span test*) serta diketahui subjek pada penelitian tersebut mengalami perlambatan waktu merespon (*responses time*) (Allen *et al.* 2015; Gejl *et al.* 2018; Verhulst *et al.* 2022).

Otak adalah organ tubuh yang salah satu sumber energinya berasal dari glukosa, tanpa asupan glukosa yang cukup dapat berdampak pada gangguan fungsi maupun sel otak (Kustiyah *et al.* 2006). Otak memiliki kebutuhan energi secara khusus dari glukosa, lebih tepatnya pemecahan glukosa secara aerobik atau membutuhkan oksigen. Kebutuhan energi otak sendiri sekitar 20% dari total kebutuhan organ lainnya, namun berat otak sendiri hanya 2% dari total berat badan (Martin dan Benton 1999). Cadangan energi di otak sangat sedikit sehingga apabila tidak ada pengganti maupun asupan energi yang masuk melalui pemecahan glukosa darah maka energi dalam otak dapat berkurang dalam kurun kurang dari 10 menit (Marks dan Rose 1981 dalam Martin dan Benton 1999). Proses kegiatan glukosa dalam darah dapat meningkatkan fungsi kognitif terutama pada kondisi yang sangat intens (membutuhkan beban untuk berpikir sangat berat dan berlanjut (Scholey *et al.* 2001). Studi oleh Martin dan Benton (1999) menunjukkan bahwa kenaikan kadar glukosa darah kemudian diikuti jatuhnya kadar tersebut secara cepat mempunyai keterkaitan dengan kemampuan mengingat yang lebih baik. Studi yang sama juga menunjukkan bahwa kelompok yang puasa kemudian diberikan minuman dengan tambahan gula memiliki kemampuan mengingat yang baik setara dengan kelompok yang sudah sarapan.

Tabel 7 menunjukkan hubungan dengan *working memory*. Kelompok subjek yang sarapan sebagian besar memiliki tingkat kesulitan *working memory* yang rendah daripada kelompok subjek yang tidak sarapan. Subjek yang selalu sarapan (4-7 kali dalam seminggu) sebagian besar memiliki tingkat kesulitan

working memory yang rendah. Menurut Galioto dan Spitznagel (2016) kebiasaan sarapan dapat berkontribusi pada kemampuan kognitif dan performa belajar yang lebih baik. Hal ini didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa semakin sering sarapan pagi maka individu memiliki kemampuan konsentrasi, kemampuan mengingat serta kemampuan *working memory* yang lebih baik (Allen *et al.* 2015; Gejl *et al.* 2018; Verhulst *et al.* 2022).

Tabel 7. Hubungan sarapan dengan *working memory*

Sarapan	Working memory						r	p-value
	Tingkat kesulitan rendah		Tingkat kesulitan tinggi		Total			
	n	(%)	n	(%)	n	(%)		
Sarapan								
- Ya	17	40,5	12	28,6	29	69,1	0,116	0,458
- Tidak	6	14,3	7	16,7	13	30,9		
- Total	23	54,8	19	45,2	42	100,0		
Frekuensi sarapan								
- Jarang	2	4,8	6	14,3	8	19	-0,171	0,115
- Kadang-kadang	8	19,0	3	7,1	11	26,2		
- Selalu	13	31,0	10	23,8	23	54,8		
- Total	23	54,8	19	45,2	42	100,0		

KESIMPULAN

Subjek sebagian besar berjenis kelamin perempuan, memiliki kadar glukosa darah normal serta memiliki kemampuan *working memory* yang cukup. Hasil analisis menunjukkan tidak ada hubungan sebagian besar komponen dan keseluruhan kualitas asupan dengan kadar glukosa darah namun terdapat hubungan yang signifikan antara keragaman asupan dengan kadar glukosa darah. Tidak ada hubungan antara kadar glukosa darah dengan *working memory*. Berdasarkan penelitian, sebaiknya remaja meningkatkan asupan makanan yang beragam terutama lebih memilih kelompok makanan yang direkomendasikan seperti lebih mengonsumsi air putih tanpa tambahan gula maupun zat tambahan apapun, meningkatkan konsumsi lauk seperti ikan dan lauk nabati serta mengurangi konsumsi jajanan maupun minuman manis. Penelitian ini memiliki keterbatasan terhadap data yang digunakan seperti kadar glukosa darah diambil dengan memperhatikan waktu cek gula darah dan terbagi dalam beberapa waktu agar bisa melihat perubahan kadar glukosa darah lebih jelas dalam kurun 1-2 jam setelah sarapan, *food recall* disarankan diambil secara rutin dan detail seperti penggunaan multivitamin, serta faktor lain seperti kualitas tidur yang juga dapat memengaruhi *working memory*. Saran penelitian selanjutnya dapat mengkaji lebih dalam terkait pola makan atau asupan, pada remaja terhadap performa otak. Aspek gizi dapat dipertimbangkan berdampak dalam dunia pendidikan diharapkan dapat menjadi kajian untuk prestasi akademik yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak sekolah baik kepala sekolah, pihak TU, wali kelas 7 dan kelas 8 serta siswa-siswa SMP Negeri 25 Kota Malang yang telah memudahkan kegiatan penelitian serta pihak komisi etik Poltekkes kota Malang yang bersedia membantu memperlancar jalannya pengurusan etik untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adole AA, Ware MB. 2014. Assessment of breakfast eating habits and its association with cognitive performance of early adolescents (11-13 years) in Shebedino District, Sidama Zone, Southern Ethiopia. *Journal of Food Nutrition Science*. 2(4):130-137. <https://doi.org/10.11648/j.jfns.20140204.16>
- Adolphus K, Lawton CL, Dye L. The effects of breakfast on behavior and academic performance in children and adolescents. 2013. *Front Hum Neurosci*. 8;7:425. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00425>
- Allen KV, Pickering MJ, Zammitt NN, Hartsuiker RJ, Traxler MJ, Frier BM, Deary IJ. 2015. Effects of acute hypoglycemia on working memory and language processing in adults with and without type 1 diabetes. *Diabetes Care Journal*. 38(6):1108-1115. <https://doi.org/10.2337/dc14-1657>
- Daneshzad E, Larijani B, Azadbakht L. 2019. Diet quality indices and cardiovascular diseases risk factors among diabetic women. *Journal Science Food Agriculture*. 99(3):5926-5933. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9867>

- Galioto R, Spitznagel MB. 2016. The effects of breakfast and breakfast composition on cognition in adults. *Adv Nutr.* 20 16;7(3):576S-89S. <https://doi.org/10.3945/an.115.010231>
- Gejl M, Gjedde A, Brock B, Møller A, van Duinkerken E, Haahr HL, Hansen CT, Chu PL, Stender-Petersen KL, Rungby J. 2018. Effects of hypoglycaemia on working memory and regional cerebral blood flow in type 1 diabetes: a randomised, crossover trial. *Diabetologia.* 61(3):551-561. <https://doi.org/10.1007/s00125-017-4502-1>
- Gemily SC, Aruben R. 2017. Faktor-faktor yang berhubungan dengan kebiasaan dan kualitas sarapan siswa kelas V di SDN Sendangmulyo 04 Kecamatan Tembalang, Semarang tahun 2015. *Jurnal Kesehatan Masyarakat.* 3(3):246-256.
- Handayani S, Yulistiyono H. 2023. Pengaruh pendapatan, jumlah anggota keluarga dan pendidikan terhadap konsumsi rumah tangga miskin di Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Neraca Berkala Ilmu Ekonomi.* 12(1): 32-47.
- Hardinsyah H, Aries, M. 2016. Jenis pangan sarapan dan perannya dalam asupan gizi harian anak usia 6-12 tahun di Indonesia. *Jurnal Gizi dan Pangan.* 7(2):89-96. <https://doi.org/10.25182/jgp.2012.7.2.89-96>
- Hidayat ZF, Marjan AQ, Wahyuningsih U. 2024. Factors related to diet quality in adolescent at Yadika 12 High School Depok: faktor-faktor yang berhubungan dengan kualitas diet remaja di SMA Yadika 12 Depok. *Amerta Nutrition.* 8(3SP):402-411. <https://doi.org/10.20473/amnt.v8i3SP.2024.402-411>
- Hoyland A, Dye L, Lawton CL. 2009. A systematic review of the effect of breakfast on the cognitive performance of children and adolescents. *Nutrition Research Reviews* 22(2):220-243. <https://doi.org/10.1017/S0954422409990175>
- Jirout J, LoCasale-Crouch J, Turnbull K, Gu Y, Cubides M, Garzzone S, Evans TM, Weltman AL, Kranz S. 2019. How lifestyle factors affect cognitive and executive function and the ability to learn in children. *Nutrients.* 11(8):1-29. <https://doi.org/10.3390/nu11081953>
- [Kemenkes RI] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2018. Laporan Nasional Hasil Riset Kesehatan Dasar. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kemenkes RI.
- Kustiyah L, Syarief H, Hardinsyah, Rimbawan, Suradijono SH. 2006. Pengaruh intervensi, makanan kudapan terhadap peningkatan kadar glukosa darah dan daya ingat anak sekolah dasar. *Media Gizi dan Keluarga.* Vol.30(1):1-40.
- Kustiyah L, Kusprasetia MT. 2018. Children with better breakfast habit and family socioeconomics status tended to have better academic achievement. *International. Journal of Medical and Health Science.* 4(7):1-12. <https://doi.org/10.53555/eijmhs.v4i3.37>
- Kustiyah L, CM Dwiriani, Rimbawan. 2024. Pengaruh pemberian sarapan terhadap kadar glukosa darah dan working memory pada remaja. Bogor: Direktorat Riset dan Inovasi, Institut Pertanian Bogor.
- Kusumawardanik N, Rachmalina S, Wiryawan Y, Anwar A, Handayani K, Mubasyiroh R, et al. 2015. Perilaku berisiko pada pelajar SMP dan SMA di Indonesia. *Global School-based Student Health Survey.* Jakarta: Puslitbang Upaya Kesehatan Masyarakat Badan Litbangkes.
- Luthfiyah F, Wirawan S, Agustiani I. 2021. Post prandial blood glucose control through the consumption of moringa leaf-based snacks. *Jurnal Gizi Pangan,* 16(Supp. 1):1-10.
- Lockheed ME, Verspoor AM.1991. Improving primary education in developing countries. Oxford: Oxford University Press for the World Bank.
- Mahmud H. 2011. Metode Penelitian Pendidikan. Bandung: Pustaka Setia.
- Martin PY, Benton D. 1999. The influence of a glucose drink on a demanding working memory task. *Physiol Behav.* 67(1):69-74. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(99\)00040-2](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(99)00040-2)
- Nurul A, Hakimi Q, Sholichah F, Hayati N. 2023. Hubungan uang saku dan pola konsumsi makanan terhadap status gizi siswa SMP Negeri 16 Semarang. *Jurnal Ilmu Gizi dan Kesehatan.* 4(02):32-36.
- Peña-Jorquera H, Campos-Núñez V, Sadarangani KP, Ferrari G, Jorquera-Aguilera C, Cristi-Montero C. 2021. Breakfast: A crucial meal for adolescents' cognitive performance according to their nutritional status. the cogni-action project. *Nutrients.* 13(4):1320-1335. <https://doi.org/10.3390/nu13041320>
- [PERKENI] Perkumpulan Endokrinologi Klinis Indonesia. 2024. Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Mellitus Tipe 2 Dewasa di Indonesia 2024. Jakarta: PB PERKENI.
- [Permen] Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2014 Tentang Pedoman Gizi Seimbang. 2014.
- Powell CA, Walker SP, Chang SM, Grantham-McGregor S. 1998. Nutrition and education: A randomized trial of the effects of breakfast in rural primary school children. *The American Journal of Clinical Nutrition.* 68(4):873-879. <https://doi.org/10.1093/ajcn/68.4.873>

- Saidin S, Krisdinamurtirin Y, Murdiana, Ance, Moecherdiyantiningih, Karyadi, Lies D, Murni S. 1991. Hubungan kebiasaan makan pagi dengan konsentrasi belajar. *Jurnal Gizi dan Makanan*. 14(1):60-73.
- Sari AFI, Briawan D, Dwiriani CM. 2012. Kebiasaan dan kualitas sarapan pada siswi remaja di Kabupaten Bogor. *Jurnal Gizi dan Pangan*. 7(2):97-102. <https://doi.org/10.25182/jgp.2012.7.2.97-102>
- Scholey ABH, Susan, Kennedy DO. 2001. Cognitive demand and blood glucose. *Monash Research Journal*. 73(4):8. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(01\)00476-0](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(01)00476-0)
- Sepandi M, Parastouei K, Samadi M. 2022. Diet quality indices in relation to cardiovascular risk factors in T2DM patients: A Systematic Review. *International Journal Preventive Medicine*. 8(13):1-9. https://doi.org/10.4103/ijpvm.IJPVM_494_20
- Suci SE, Putri IE, Fazriah H. 2024. Hubungan enabling dan predisposing pola konsumsi fast food pada remaja usia 16-18 tahun di SMAN 6 Kabupaten Tangerang, Jawa Barat. *Jurnal Ilmu Gizi dan Dietetik*. 3(2): 140-146. <https://doi.org/10.25182/jigd.2024.3.2.140-146>
- Vallat-Azouvi C, Pradat-Diehl P, Azouvi P. 2012. The Working Memory Questionnaire: A scale to assess everyday life problems related to deficits of working memory in brain injured patients. *Neuropsychological Rehabilitation*. 22(4):634-649. <https://doi.org/10.1080/09602011.2012.681110>
- Verdiana L, Muniroh L. 2018. Kebiasaan sarapan berhubungan dengan konsentrasi belajar pada siswa SDN Sukoharjo I Malang. *Media Gizi Indonesia*. 12(1):14-20. <https://doi.org/10.20473/mgi.v12i1.14-20>
- Vyncke K, Cruz Fernandez E, Fajó-Pascual M, Cuenca-García M, De Keyzer W, Gonzalez-Gross M, Moreno LA, Beghin L, et al.. 2013. Validation of the diet quality index for adolescents by comparison with biomarkers, nutrient and food intakes: the HELENA study. *Br J Nutr*. 109(11):2067-78. <https://doi.org/10.1017/S000711451200414X>.
- Verhulst CEM, Fabricius TW, Nefs G, Kessels RPC, Pouwer F, Teerenstra S, Tack CJ, Broadley MM, Kristensen PL, McCrimmon RJ, et al.. 2022. Consistent effects of hypoglycemia on cognitive function in people with or without diabetes. *Diabetes Care*. 45(9):2103-2110. <https://doi.org/10.2337/dc21-2502>
- Wahyuni BR, Dewi ADA, Hariawan MH. 2023. The correlation between diet quality with glycemic status in patients with diabetes mellitus type 2: Hubungan kualitas diet dengan kadar glukosa darah pada pasien diabetes mellitus tipe 2 di Kota Yogyakarta. *Amerta Nutrition*. 7(2SP):252-260. <https://doi.org/10.20473/amnt.v7i2SP.2023.252-260>
- Wardani DF, Prasetyaningrum YI, Kadaryati S, Wulan YK. 2023. Overview of dietary quality in adolescents at State Junior High School 4 Depok, Sleman Regency, Yogyakarta. *Exhibition and Seminar on Science and Creative Technology*. 1(1):1-5. <https://doi.org/10.36722/exc.v1i1.2251>