

Indeks massa tubuh/umur (IMT/U) berhubungan dengan daya ingat anak usia 5-6 tahun

BMI-for-age was related with memory ability of children aged 5-6 years old

Eny Palupi^{1,2}, Ahmad Sulaeman², Angelika Ploeger¹

ABSTRACT

Backgrounds: Lack of nutrient during the early-life might impair the brain development which is not able to be paid-off on later life.

Objectives: To explore the potential relationship between a series of nutritional status (weight-for-age, height-for-age and BMI-for-age) and a series of brain development indicators (memory, learning, attention, IQ and EQ).

Methods: A cross-sectional study was conducted among 118 boys and 103 girls aged 5-6 years old in 5 different rural and urban areas in Bogor, West-Java, Indonesia, from November 2012 to December 2013. Nutritional status was assessed using anthropometric measurement, while some brain development indicators were assessed using projective multi-phase orientation method. Non-parametric test (Mann withney U and Kruskal Wallis) using SPSS 16.0 and principal component analysis using Unscrambler 10.2 were applied for data analysis.

Results: There was a positive relationship ($p < 0.05$) between BMI-for-age and memory ability but failed to reveal any significant differences between the cognitive abilities assessed and two other child growth indicators (weight-for-age and height-for-age). A Mann-Whitney U test showed that children with BMI-for-age z score ≥ -3 ($n=170$) had significant ($p < 0.05$) better memory's ability (50.49 ± 11.92) compared to children with BMI-for-age z score < -3 ($n=51$) (46.65 ± 11.13).

Conclusions: BMI-for-age was a potential predictor for brain development of children aged 5-6 years old. Correlation between the balance proportion of weight and height and the optimal hippocampal development in early-life stage was suspected as the reason behind this evidence.

KEYWORDS: children 5-6 years, cognitive performance, nutritional status

ABSTRAK

Latar belakang: Kekurangan gizi pada masa awal kehidupan diprediksi mampu mempengaruhi perkembangan otak yang tidak mungkin untuk diperbaiki pada tahap perkembangan berikutnya.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan menganalisis potensi hubungan antara status gizi (BB/U, TB/U, dan IMT/U) dengan beberapa indikator perkembangan otak (memory, learning, attention, intelligence quotient (IQ), dan emotional quotient (EQ)).

Metode: Penelitian ini menggunakan desain cross sectional study yang melibatkan 118 anak laki-laki dan 103 anak perempuan berusia 5 sampai 6 tahun, yang berasal dari 5 daerah yang berbeda di Bogor, Jawa Barat, Indonesia, pada bulan November 2012 hingga Desember 2013. Status gizi diukur menggunakan metode pengukuran antropometri. Beberapa indikator perkembangan otak diukur menggunakan metode projective multi-phase orientation. Data survei dianalisis dengan uji non-parametrik (Mann withney U dan Kruskal Wallis) menggunakan SPSS 16.0 dan principal component analysis menggunakan Unscrambler 10.2.

Hasil: Penelitian menunjukkan terdapat hubungan positif yang signifikan ($p < 0,05$) antara IMT/U dan daya ingat, akan tetapi tidak berhasil mengungkapkan hubungan antara beberapa indikator perkembangan otak

¹ Department of Organic Food Quality and Food Culture, University of Kassel, Germany, Nordbahnhofstrasse 1a, 37213 Witzenhausen, Germany, e-mail: palupi2105@gmail.com

² Jurusan Gizi Masyarakat, Institut Pertanian Bogor, Jl. Lingkar Akademik, Kampus IPB Darmaga, 16680 Bogor, Indonesia

yang dianalisis dengan parameter status gizi yang lain (BB/U dan TB/U). Uji Mann-Whitney U menunjukkan bahwa anak dengan nilai z skor IMT/U ≥ -3 ($n=170$) secara signifikan ($p<0,05$) memiliki daya ingat yang lebih baik ($50,49\pm 11,92$) dibandingkan dengan anak yang nilai z skor IMT/U < -3 ($n=51$) ($46,65\pm 11,13$).

Kesimpulan: IMT/U berpotensi sebagai prediktor awal terhadap kualitas perkembangan otak pada anak usia 5 sampai 6 tahun. Hubungan antara proporsi keseimbangan tinggi dan berat badan terhadap perkembangan hippocampus diprediksi menjadi alasan di balik penemuan ini.

KATA KUNCI: anak usia 5-6 tahun, kemampuan kognitif, status gizi

PENDAHULUAN

Kekurangan gizi pada masa awal kehidupan diprediksi dapat mengganggu proses perkembangan otak yang tidak mungkin diperbaiki pada tahap perkembangan berikutnya (1–4). Anak yang mendapat asupan gizi yang cukup dan berimbang akan mencapai 80% volume otak dewasa pada umur 2 tahun, dan mencapai 90% pada usia 5 tahun (5). Oleh karena itu, kekurangan gizi pada fase awal kehidupan seseorang, terutama pada usia 0 sampai 5 tahun mungkin dapat menghambat perkembangan otaknya sehingga kemungkinan dapat mempengaruhi kualitas hidup orang tersebut pada fase yang akan datang (6).

Kekurangan gizi pada balita (anak di bawah umur lima tahun) bisa memberikan dampak negatif pada tahap kehidupan mereka selanjutnya, seperti kependekan yang di bawah batas normal (*stunting*), kemampuan yang tertinggal (*wasting*), produktivitas kerja yang rendah, risiko penyakit tidak menular yang tinggi, bahkan kematian (7,8,9). Oleh karena itu, mempelajari status gizi anak usia dini sangat penting untuk terus dilakukan mengingat anak merupakan aset masa depan. Terlebih lagi, prevalensi gizi kurang dan gizi buruk pada balita masih cukup tinggi, terutama di negara-negara berkembang dan negara miskin (10, 6). Prevalensi balita gizi kurang dan gizi buruk dari 141 negara berkembang adalah 19,4% pada tahun 2010 (10). Bahkan terjadi peningkatan prevalensi gizi kurang dan gizi buruk di negara-negara miskin (10). Kualitas anak-anak sekarang menentukan kualitas generasi berikutnya.

Status gizi pada anak-anak dapat diukur dengan menggunakan beberapa indikator pertumbuhan. Indikator status gizi yang baik adalah indikator yang mampu mendeteksi dini terjadinya kesalahan gizi baik berupa kekurangan maupun

kelebihan gizi (11). Vesel *et al.* menyimpulkan bahwa WHO memberikan acuan yang lebih baik dalam penentuan status gizi anak dibandingkan dengan acuan yang lainnya (12).

WHO menyediakan beberapa barometer baku untuk menilai status gizi pada anak. Barometer tersebut terangkum dalam WHO *reference* 2007 (6). Untuk anak-anak usia 0 hingga 5 tahun, status gizi dapat dievaluasi berdasarkan beberapa kriteria berikut, yaitu tinggi badan menurut umur (TB/U), berat badan menurut umur (BB/U), berat badan menurut tinggi badan (BB/TB), indeks massa tubuh menurut umur (IMT/U), lingkar kepala menurut umur (LK/U), lingkar lengan atas menurut umur (LILA/U), tebal lemak subskapula menurut umur, dan tebal lemak trisep menurut umur (6). Untuk anak-anak usia di atas 5 tahun dapat diukur dengan tiga indikator seperti yang telah disebutkan yaitu TB/U, BB/U, dan IMT/U (6).

Kualitas perkembangan otak pada anak-anak dapat dianalisis berdasarkan kemampuan seorang anak dalam mengingat (*memory*), belajar (*learning*), dan memperhatikan (*attention*) (13). de Souza *et al.* mendefinisikan *memory* (daya ingat) sebagai kemampuan seseorang dalam menyimpan informasi dalam suatu periode tertentu (13). *Learning* adalah kemampuan seseorang dalam menerima dan memahami informasi sebagai hasil dari proses pembelajaran atau pengalaman yang diterima, sedangkan *attention* adalah kemampuan seseorang dalam memperhatikan perihal di sekitarnya serta ketanggapan seseorang dalam memberikan respon balik (13).

Hasil review beberapa hasil penelitian secara konsisten menyimpulkan bahwa nilai IMT berkaitan dengan kemampuan daya ingat orang dewasa (14–17). Akan tetapi belum banyak penelitian yang

mengungkap hubungan antara status gizi dengan daya ingat pada golongan anak-anak (17,18). Studi ini secara spesifik bertujuan menganalisis potensi hubungan antara status gizi (BB/U, TB/U dan IMT/U) dengan beberapa indikator perkembangan otak (*memory, learning, attention, intelligence quotient (IQ)*), dan *emotional quotient (EQ)*) dengan melakukan studi kasus pada anak usia 5-6 tahun yang tinggal di Bogor.

BAHAN DAN METODE

Studi dilakukan berdasarkan metode *cross-sectional*, yaitu survei dengan menggunakan kuesioner untuk mengukur beberapa variabel sekaligus dalam satu waktu (19). Studi dilakukan di wilayah Bogor, Jawa Barat, Indonesia. Wilayah ini terpilih karena termasuk ke dalam daftar daerah *nutrition surveillance system (NSS)*, yaitu wilayah yang kondisi status gizi masyarakatnya termasuk dalam sistem pemantauan (20). NSS dirancang oleh Menteri Kesehatan Indonesia dan *Hellen Keller International* berdasarkan acuan dari *United Nation Children's Fund (UNICEF)* (20). Survei ini telah dilaksanakan pada bulan November 2012 hingga Desember 2013.

Pada studi ini telah dianalisis potensi hubungan antara beberapa status gizi pada anak usia 5–6 tahun yaitu BB/U, TB/U dan IMT/U, dengan beberapa indikator perkembangan otak yaitu *memory, learning, attention, IQ* dan *EQ*. Kisaran umur 5–6 tahun dipilih dalam studi ini dengan tujuan untuk melihat kualitas hasil perkembangan otak mereka sebelumnya yaitu selama mereka berusia 0–5 tahun. Kelompok ini juga dipilih untuk memudahkan proses penilaian perkembangan kognitif karena usia pra sekolah ini lebih stabil dibandingkan usia di bawah lima tahun.

Jumlah subjek dihitung berdasarkan metode *Cochran* (21), dengan anak usia 5–6 tahun yang tinggal di Bogor sebagai populasi, nilai alfa 0,05 ($t=1,96$) dan respon *rate* 65%. Diperoleh jumlah minimum subjek yang harus diambil yaitu sebanyak 182 anak.

Pengambilan subjek dilakukan dengan menggunakan metode *proportional stratified*

sampling berdasarkan jumlah desa per wilayah di Bogor, yaitu 1 kelurahan dari 68 kelurahan di Bogor Kota dan 4 desa dari 422 desa di Bogor Kabupaten. Seleksi terhadap 5 desa tersebut dilakukan berdasarkan metode *simple random sampling* menggunakan nomor acak, dan daerah yang terpilih adalah Kelurahan Mulyaharja, Bogor Selatan; Desa Bojong Baru, Kecamatan Bojong Gede; Desa Gunung Sari, Kecamatan Pamijahan; Desa Karadenan, Kecamatan Cibinong; dan Desa Babakan, Kecamatan Darmaga. Subjek diambil dari Taman Kanak-Kanak (TK) sebagai representatif keluarga menengah ke atas ($n=108$), pendidikan anak usia dini (PAUD) sebagai representatif keluarga menengah ke bawah ($n=53$), dan beberapa anak yang tidak ikut sekolah sebagai perwakilan dari keluarga menengah ke bawah dan tidak mendapatkan pendidikan formal ($n=60$).

Pada akhir periode survei, sebanyak 118 anak laki-laki dan 103 anak perempuan yang berusia 5 sampai 6 tahun diambil sebagai subjek dan dimasukkan dalam proses analisis selanjutnya.

Variabel yang diukur dan dicatat terutama adalah status gizi (BB/U, TB/U, dan IMT/U) serta beberapa indikator perkembangan otak seperti kemampuan *memory, learning, attention, IQ*, dan *EQ*. Data mengenai profil subjek (anak yang disurvei) seperti usia, jenis kelamin, pendidikan, pendidikan orang tua, jumlah anggota keluarga, jumlah anak per keluarga (*birth order*), pendapatan per kapita dan pengeluaran untuk pangan juga dicatat dalam studi ini melalui wawancara dengan kuesioner kepada orang tua/wali dari subjek. Kuesioner yang digunakan telah diuji validitas dan reliabilitas dengan menggunakan 20 subjek anak-anak di PAUD lingkaran kampus IPB Darmaga-Bogor. Hasil menunjukkan kuesioner valid karena nilai *cronbach's alpha* 0,821 ($>0,361$). Pengukuran antropometri untuk mengetahui status gizi anak dilakukan dengan menggunakan pengukur berat badan bermerk *Camry* dan pengukur tinggi badan bermerk *Staturemeter*.

Kemampuan *memory, learning, attention, IQ*, dan *EQ* diukur secara klasikal dan individual dengan metode *projective multi-phase orientation (PMPO)*. Anak diminta untuk menggambar pohon dan rumah.

Anak juga dites untuk menunjukkan gambar yang paling aneh, gambar benda yang berjarak paling jauh atau dekat, serta gambar yang dapat bergerak paling cepat. Hal tersebut dilakukan terutama untuk mengetahui kemampuan logika, aritmatika dan persepsi. Pengukuran dan pengolahan data perkembangan otak anak dilakukan oleh ahli perkembangan kognitif anak dan konsultan pendidikan yaitu GRAHITA INDONESIA yang telah mendapatkan *ethical clearance* dari komisi etik.

Uji frekuensi dan normalitas (*normality test*) dilakukan di awal untuk mengetahui frekuensi sebaran data dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Data tidak menyebar secara normal bila nilai $p < 0,05$ dan begitu pula sebaliknya (22). Data yang tidak menyebar normal kemudian diuji lanjut menggunakan uji *correlation* dan uji *non-parametric*, yaitu Mann withney U dan Kruskal Wallis menggunakan *software* SPSS 16.0. Analisis statistik lanjut dengan metode *principal component analysis* (PCA) dan *multiple linear regression* (MLR) juga dilakukan untuk melihat gambaran menyeluruh dari hubungan antarp parameter-parameter yang telah diukur (23). Metode PCA dan MLR diaplikasikan dengan menggunakan *software* Unscrambler® versi 10.2.

HASIL

Karakteristik subjek

Subjek yang diambil mewakili anak berumur 5 hingga 6 tahun yang tinggal di Wilayah Bogor. Sebanyak 38 anak (16,89%) berasal dari Kota Bogor yaitu Bogor Selatan dan 183 anak (83,11%) berasal dari Kabupaten Bogor, yaitu Kecamatan Bojong Gede, Pamijahan, Cibinong, dan Darmaga. Sebanyak 71 anak (33,33%) mengikuti pendidikan TK, 140 anak (62,22%) mengikuti PAUD, dan 10 anak (4,44%) tidak mengikuti program pendidikan manapun. Lebih dari 80% orang tua subjek baik bapak maupun ibu tidak mendapat pendidikan tinggi, atau mendapatkan tidak lebih tinggi dari pendidikan setara sekolah menengah atas (SMA). Jumlah anggota keluarga reponden rata-rata 4 dengan jumlah anak rata-rata 2 per keluarga. Pendapatan per kapita rata-rata 77,88 USD/bulan dengan standar deviasi yang cukup tinggi yaitu 75,60 USD. Kesenjangan pendapatan antar subjek

cukup tinggi, yaitu pendapatan terendah 30 USD/bulan dan pendapatan tertinggi 2.500 USD/bulan. Sekitar 50% dari total pendapatan dialokasikan untuk pangan yaitu sekitar 151,82 dari 329,46 USD/bulan (**Tabel 1**).

Tabel 1. Karakteristik subjek dalam studi

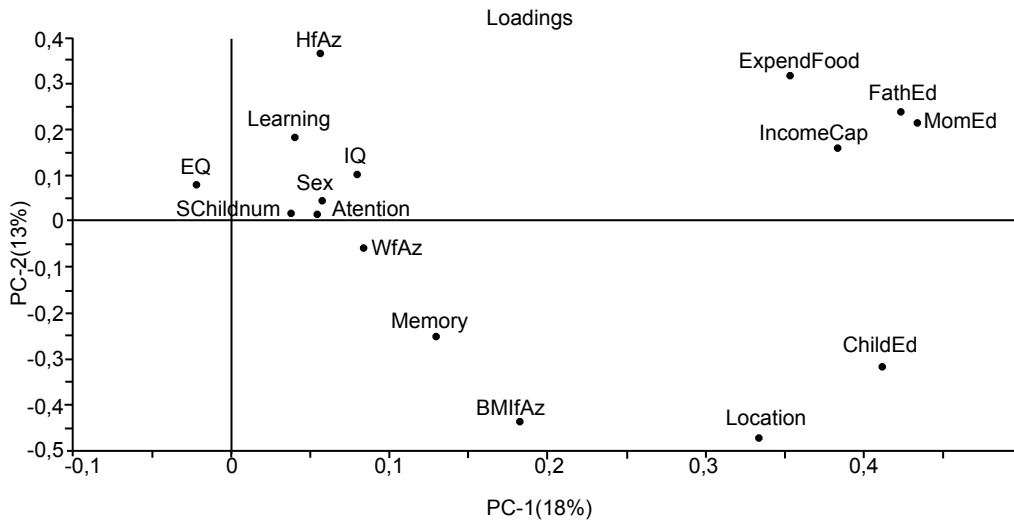
Karakteristik	N	%
Lokasi survei (jumlah subjek)		
Kota Bogor	38	16,74
Kabupaten Bogor	183	83,71
Jumlah subjek	221	
Laki-laki	118	53,39
Perempuan	103	46,61
Pendidikan ibu (jumlah subjek)		
Tidak lulus sekolah dasar (SD)	65	29,41
Sekolah menengah pertama (SMP)	55	24,89
Sekolah menengah atas (SMA)	92	41,63
Sarjana	9	4,07
Jumlah anak dalam satu rumah tangga	2,18±1,11	
Pendapatan per kapita (USD/bulan)	77,88±75,60	
< 25 (di bawah garis kemiskinan)	31	14,03
25–49	67	30,32
50–99	72	32,58
100–249	42	19,00
≥250	9	4,07

Catatan: USD: *United Stated Dollar* (assumption 1 USD equal to 10 000 IDR); IDR: *Indonesian Rupiah rates*

Plotting hasil PCA dari studi sosial bukanlah hal yang mudah. Hal ini disebabkan kondisi masyarakat yang cenderung bervariasi dengan tingkat variasi yang cukup tinggi. Terlebih lagi, fokus dalam studi ini adalah ekspresi hasil perkembangan otak yang telah terjadi selama anak berumur 0–5 tahun. Faktor yang mempengaruhi perkembangan otak anak sangat banyak, dan masing-masing faktor tersebut memiliki pengaruh yang cukup kuat. Cakupan 60% sudah cukup mewakili untuk membuat suatu kesimpulan dari PCA hasil studi sosial (23).

Hasil analisis hubungan antara status gizi dan indikator perkembangan otak

Loadings plot pada **Gambar 1** memberikan ilustrasi mengenai hubungan dari semua parameter terukur dalam studi ini, yaitu indikator perkembangan otak (*memory, attention, learning, IQ, dan EQ*), status gizi (BB/U, TB/U, dan IMT/U), serta karakteristik sosial subjek (jenis kelamin, pendidikan subjek, pendidikan



Gambar 1. Loadingsplot dari semua parameter terukur menggunakan metode PCA.

PCA: *Principal Component Analysis*; PC: *Principal Component*; WfAz: *weight-for-age z score*, HfAz: *height-for-age z score*; BMIfAz: *BMI-for-age*; *memory*: daya ingat; *learning*: kemampuan belajar; *attention*: kemampuan memperhatikan; IQ: skor IQ/*IntellectualQuotient*; EQ: skor EQ/*Emotional Quotient*; Sex: jenis kelamin; ChildEd: pendidikan subjek; FathEd: pendidikan ayah; MomEd: pendidikan ibu; Childnum: jumlah anak per keluarga (*birth order*); IncomeCap: pendapatan per kapita; ExpendFood: pengeluaran untuk pangan.

orang tua, jumlah anak per keluarga, pendapatan per kapita, dan pengeluaran untuk pangan). Cakupan studi dari plot cukup kecil yaitu hanya 31%. Hal ini menandakan adanya variasi yang cukup tinggi dari para subjek, serta adanya beberapa parameter yang memiliki derajat korelasi yang rendah.

Esbensendan Unscrambler menyebutkan bahwa parameter-parameter yang berdekatan dalam PCA cenderung memiliki korelasi yang positif (23). Apabila berseberangan, cenderung memiliki korelasi yang negatif. Semakin tinggi nilai di PC-nya atau menjauhi koordinat pusat maka semakin kuat korelasinya. Begitupula, apabila nilai PC mendekati 0 atau parameter mendekati pusat grafik berarti semakin lemah korelasinya. Esbensen memperingatkan untuk tidak menafsirkan parameter-parameter yang mendekati titik pusat plot atau koordinat 0 (23).

Dari plot pada **Gambar 1** terlihat beberapa parameter yang cukup dekat korelasinya dengan parameter perkembangan otak, yaitu BB/U, TB/U, IMT/U, jenis kelamin, dan jumlah anak per keluarga. Akan tetapi, interpretasi hasil dari plot ini belum memungkinkan karena nilai cakupan PC yang belum mewakili populasi (hanya 31%) dan posisi parameter tersebut yang relatif dekat dengan pusat plot.

Mengingat fokus dalam studi ini adalah perkembangan otak anak, maka untuk meningkatkan persentase cakupan PC, parameter-parameter lain yang cukup jauh hubungannya dengan parameter perkembangan otak kemudian dikeluarkan dari plot. Parameter yang dikeluarkan antara lain: pendidikan subjek, pendidikan orang tua, pendapatan per kapita, dan pengeluaran untuk pangan. Pendidikan anak dalam hal ini belum memberikan dampak yang signifikan pada perkembangan kognitif anak karena subjek baru mendapatkan pendidikan formal dalam beberapa waktu – dalam hal ini TK dan PAUD. Pendidikan orang tua terlihat tidak berkorelasi dengan perkembangan kognitif anak, tetapi berkorelasi positif dengan pendapatan per kapita dan pengeluaran untuk pangan dengan nilai korelasi yang cukup kuat. Berdasarkan plot ini juga terlihat bahwa faktor lokasi tidak berkorelasi dengan perkembangan kognitif subjek.

Mengeluarkan parameter-parameter di atas dari plot hanya sedikit meningkatkan cakupan PC yaitu menjadi 32% (**Gambar 2**). Dari plot ini terlihat bahwa skor z dari IMT/U terduga memiliki korelasi yang positif dengan daya ingat (**Gambar 2 kuadran II**). Begitu juga dengan jenis kelamin dan kemampuan

memperhatikan dan IQ (**Gambar 2 kuadran III**). Selain dari kedua korelasi tersebut, korelasi terlihat lemah. Walau demikian, uji parametrik atau non-parametrik perlu diaplikasikan untuk memastikan signifikansi antarhubungan tersebut.

Uji non parametrik telah diaplikasikan untuk mengetahui signifikansi dari faktor jenis kelamin, jumlah anak per keluarga, BB/U, TB/U, dan IMT/U terhadap indikator perkembangan otak. Uji non-parametrik ini diaplikasikan setelah melakukan uji normalitas. Uji Kolmogorov Smirnov menunjukkan hasil yang nyata bahwa data tidak menyebar secara normal ($p < 0,05$).

Korelasi positif terlihat pada hubungan antara jenis kelamin dan kemampuan memperhatikan (*attention*) ($p < 0,05$). Hasil ini bukan mengartikan bahwa perempuan memiliki kualitas otak yang lebih baik daripada laki-laki, tetapi mengungkap bahwa otak perempuan memiliki struktur yang berbeda dengan laki-laki. Uji Mann-Whitney U menunjukkan bahwa anak perempuan ($N=103$) secara signifikan memiliki kemampuan memperhatikan (*attention*) yang lebih tinggi ($36,70 \pm 0,81$) dibandingkan dengan anak laki-laki ($N=118$) ($32,88 \pm 0,77$) ($p < 0,05$).

Hasil uji non parametrik juga berhasil mengungkapkan hubungan yang positif antara IMT dan daya ingat (*memory*) ($p < 0,05$), tetapi tidak berhasil mengungkapkan hubungan antara beberapa indikator perkembangan otak yang dianalisis

dengan parameter status gizi yang lain yaitu BB/U dan TB/U. Uji Mann-Whitney U menunjukkan bahwa anak dengan nilai skor z dari IMT/U ≥ -3 ($N=167$) secara signifikan memiliki daya ingat yang lebih baik ($50,49 \pm 11,92$) dibandingkan dengan anak yang nilai skor z < -3 ($N=54$) ($46,65 \pm 11,13$) ($p < 0,05$).

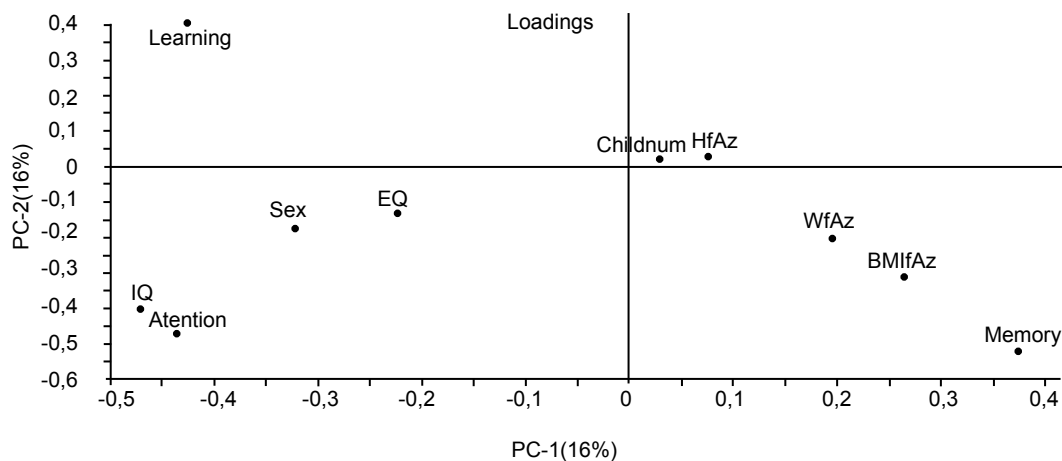
Analisis dengan PCA dan MLR menguatkan temuan ini (**Gambar 3**). Terlihat bahwa parameter BMI memberikan koefisien korelasi yang cukup tinggi yaitu 2,42, sedangkan BB/U dan TB/U memberikan koefisien korelasi yang mendekati 0 dan hampir bisa diabaikan yaitu 0,38 dan 0,63. Cakupan PCA dari hubungan antara daya ingat dan status gizi juga cukup untuk mewakili populasi yaitu 66% (**Gambar 3**).

Hasil studi ini mengindikasikan bahwa IMT/U berpotensi sebagai indikator kasar terhadap kualitas perkembangan otak pada anak usia 5 sampai 6 tahun. Hubungan antara proporsi keseimbangan tinggi dan berat badan terhadap perkembangan hippocampus diprediksi menjadi alasan dibalik penemuan tersebut.

BAHASAN

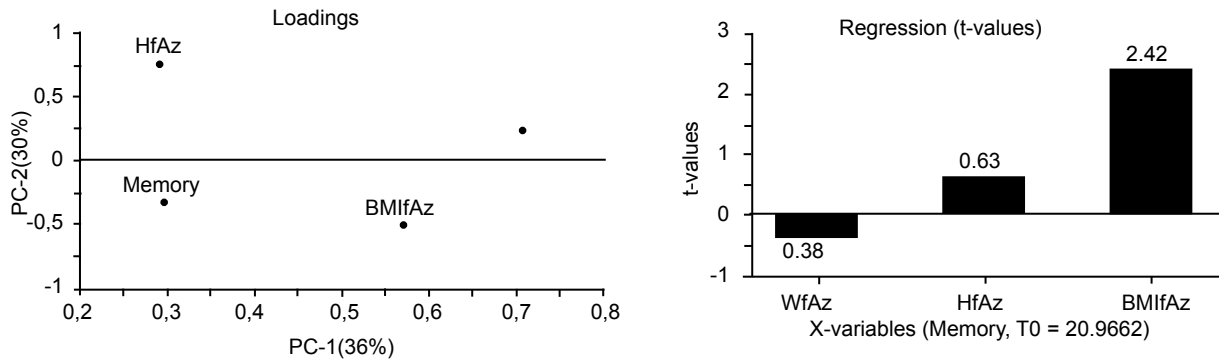
Alasan di balik hubungan antara IMT/U dan daya ingat

Hubungan antara IMT dan daya ingat belum banyak diulas. Namun demikian, alasan di balik temuan ini cukup menarik untuk dianalisis. de Souza



Gambar 2. Loadingsplot dari parameter status gizi, perkembangan kognitif, jenis kelamin, dan jumlah anak per keluarga menggunakan PCA.

WfAz: *weight-for-age z score*, HfAz: *height-for-age z score*; BMfAz: *BMI-for-age*; *memory*: daya ingat; *learning*: kemampuan belajar; *attention*: kemampuan memperhatikan; IQ; skor *IQ/Intellectual Quotient*; EQ: skor *EQ/Emotional Quotient*; Sex: jenis kelamin; ChildNum: jumlah anak per keluarga (*birth order*).



PCA: *Principal Component Analysis*; MLR: *Multiple Linear Regression*; WfAz: *weight-for-age z score*, HfAz: *height-for-age z score*; BMIfAz: *BMI-for-age*; memory: daya ingat.

Gambar 3. Loadingsplot menggunakan PCA dan p-values plot menggunakan MLR dari parameter status gizi dan daya ingat.

et al. mengungkapkan bahwa hubungan sebab akibat antara malnutrisi dengan perkembangan otak sangatlah sulit untuk dianalisis dan dibuktikan (13). Hal ini karena sistem otak dan kemampuan kognitif manusia yang luar biasa kompleks dan perbedaan antarspesies dalam hal periode perkembangan otak. Periode perkembangan otak paling cepat (PPOPC) terjadi sejak usia kehamilan trimester ketiga hingga anak berusia 2 tahun. Kekurangan dan ketidakseimbangan asupan gizi pada masa kehamilan hingga anak berusia 5 tahun atau terutama pada PPOPC diduga mempengaruhi perkembangan sistem syaraf pusat hingga mengalahkan sifat plastisitas otak. Sifat ini sangat penting untuk mengantisipasi terjadinya gangguan eksternal. Akan tetapi, apabila gangguan eksternal ini melebihi batas plastisitas otak, maka dapat mempengaruhi sistem syaraf yang akhirnya dapat mempengaruhi perkembangan kognitif anak (13).

Beberapa studi menyatakan bahwa *hippocampus* diduga memiliki peran krusial dalam menentukan daya otak dalam menangkap dan menyimpan memori (ingatan) (13,24). Banyak studi membuktikan bahwa kesalahan gizi pada masa awal kehidupan sangat berpengaruh terhadap morfologi, neuro-kimia, dan neuro-fisiologi dari pembentukan *hippocampus* (13). Berdasarkan temuan tersebut dan studi ini, terdapat kemungkinan bahwa IMT/U berkorelasi dengan terjadinya kesalahan gizi pada PPOPC yang mungkin dapat mempengaruhi pembentukan *hippocampus*. Namun demikian, analisis lanjut mengenai korelasi ini sangat perlu

dilakukan demi klarifikasi alasan di balik temuan ini. Studi terbaru banyak mengungkapkan ada hubungan yang kuat antara IMT dan kemampuan daya ingat seseorang.

IMT dapat dijadikan prediktor status kelebihan massa lemak pada golongan anak-anak yang sehat (11). Hasil review dan validasi terakhir mengenai IMT menyimpulkan bahwa walaupun terdapat kecenderungan *overestimate*, IMT dapat digunakan untuk prediksi awal status kelebihan gizi pada anak-anak sehat (27). Hanya kasus-kasus tertentu saja yang menjadi perkecualian seperti adanya oedema, tumor, atau dan penyakit lainnya, dan golongan atlet (11). Dengan kata lain, golongan anak sehat yang dikategorikan *overweight* berdasarkan IMT/U sudah pasti *overweight*, apalagi yang kategori obesitas(11,25).

Review terbaru oleh Prickett *et al.* mengungkapkan bahwa penambahan massa lemak dalam tubuh berkorelasi negatif terhadap kemampuan daya ingat seseorang (14). Yesavage *et al.* juga menemukan bahwa obesitas berkorelasi terhadap menurunnya kemampuan kognitif, daya ingat, dan kemampuan verbal (26). Review oleh Willette *et al.* juga menyatakan bahwa peningkatan massa lemak dalam tubuh berkorelasi positif terhadap *atrophy* bagian *frontal grey matter* dan *prefrontal cortex* untuk semua kalangan usia, dari anak-anak hingga dewasa (15). *Atrophy* adalah menurunnya volume massa otak. *Atrophy* ini dapat mengakibatkan menurunnya daya ingat. Penemuan yang konsisten juga disampaikan oleh

Yokum *et al.* (27); Johnson *et al.* (28); dan Yaffe (29). Dantzer mengungkapkan bahwa korelasi ini terjadi karena menurunnya volume grey matter dibagian bilateral *hippocampus* (30). Hal ini akhirnya dapat merusak sel-sel syaraf di bagian *hippocampus* dan *hypothalamus* (31,32). Bauer *et al.* (18) dan Burkhalter dan Hilman (16) juga menyimpulkan hasil yang sama untuk kategori subjek anak-anak.

Dalam konteks studi ini, hasil review dari berbagai hasil penelitian (14–17) konsisten menyimpulkan bahwa kelebihan massa lemak tubuh dapat mengakibatkan *athropy* atau pengikisan massa otak *grey matter* terutama pada bagian *hippocampus* yang erat fungsinya dengan daya ingat. Di antara indikator status gizi anak (BB/U, TB/U, dan IMT/U), IMT/U paling dekat untuk menggambarkan status massa lemak tubuh anak sehat dibandingkan BB/U dan TB/U (11, 27). Hal ini sejalan dengan hasil studi yang telah dipaparkan di atas bahwa IMT/U memiliki nilai korelasi paling tinggi terhadap daya ingat dibandingkan dengan TB/U dan BB/U (**Gambar 3**). Belum dianalisis fenomena biologis pada struktur otak terutama bagian *hippocampus* menjadi keterbatasan dari studi ini.

Temuan ini terlihat semakin menarik dan penting mengingat IMT/U cukup terbatas untuk dimanfaatkan baik secara nasional maupun internasional sebagai indikator status gizi anak. Selama ini, BB/U and TB/U lebih prominen dan lebih sering dimanfaatkan untuk studi status gizi anak dibandingkan IMT/U. Di sisi lain, ternyata dalam studi ini IMT/U terduga berkorelasi positif dengan tahap krusial dari perkembangan anak, yaitu perkembangan otak mereka. Studi ini juga menandakan bahwa keseimbangan proporsi tinggi dan berat badan anak lebih penting untuk diperhatikan dibandingkan tinggi atau berat secara terpisah. Studi terkait dengan mengikutsertakan analisis kualitas massa otak *white* dan *grey matter* pada subjek terlihat sangat perlu dilakukan sebagai bukti langsung dari fenomena yang teramati dilapangan. Dengan demikian kesimpulan yang lebih kuat terkait status gizi dan kualitas perkembangan otak pada anak-anak dapat dihasilkan demi mendukung pihak terkait dalam membuat kesimpulan dan keputusan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil studi ini mengindikasikan bahwa IMT/U berpotensi sebagai prediktor awal terhadap kualitas perkembangan otak pada anak usia 5 sampai 6 tahun. Hubungan antara keseimbangan proporsi tinggi dan berat badan anak terhadap perkembangan pembentukan *hippocampus* pada masa awal perkembangan otak diprediksi menjadi alasan di balik penemuan tersebut. Studi terkait status gizi dan perkembangan otak yang lebih luas dan mendalam hingga ke level sel penting dilakukan demi tersintesisnya kesimpulan dan benang merah yang lebih kuat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada *Scumberger foundation* melalui program *Faculty for The Future* yang telah mendukung pendanaan dalam penelitian yang telah dilakukan dalam studi ini.

RUJUKAN

1. Besty L, Georgieff M. Iron deficiency and brain development. *Semin Pediatr Neurol.* 2016;13(3):158–65.
2. Strain J, Davidson P, Bonham M, Duffy E, Stokes-Riner A, Thurson S, et al. Associations of maternal long-chain polyunsaturated fatty acids and infant development in the Seychelles Child Development. *Neuro Toxicol.* 2008;29:776–82.
3. Wainwright P. Do essential fatty acids play a role in brain and behavioral development? *Neurosci Biobehav Rev.* 1992;16:193–205.
4. Walker C-D. Nutritional aspects modulating brain development and the responses to stress in early neonatal life. *Prog Neuro-Psychopharmacology Biol Psychiatry.* 2005; 29(8):1249–63.
5. Lenroot RK, Giedd JN. Brain development in children and adolescents: Insights from anatomical magnetic resonance imaging. *Neurosci Biobehav Rev.* 2006;30(6):718–29.
6. WHO. WHO reference 2007: Growth reference data for 5 – 19 years [Internet]. 2013. Available from: <http://www.who.int/growthref/en/>

7. UNICEF (United Nations Children's Fund). The state of the world's children 2008: Child survival [Internet]. 2007. Available from: <http://www.unicef.org/sowc08/docs/sowc08.pdf>
8. Victora CG, Adair L, Fall C, Hallal PC, Martorell R, Richter L, et al. Maternal and child undernutrition: consequences for adult health and human capital. *Lancet*. 2008; 371(9609):340–57.
9. Sari M, de Pee S, Bloem MW, Sun K, Thorne-Lyman AL, Moench-Pfanner R, et al. Higher Household Expenditure on Animal-Source and Nongrain Foods Lowers the Risk of Stunting among Children 0-59 Months Old in Indonesia: Implications of Rising Food Prices. *J Nutr*. 2010; 140(1):195S–200S.
10. Stevens GA, Finucane MM, Paciorek CJ, Flaxman SR, White RA, Donner AJ, et al. Trends in mild, moderate, and severe stunting and underweight, and progress towards MDG 1 in 141 developing countries: a systematic analysis of population representative data. *Lancet*. 2012;380(9844):824–34.
11. Maqbool A, Olsen I, Stallings V. Clinical assessment of nutritional status. Canada: BC Decker Inc; 2008.
12. Vesel L, Bahl B, Martines J, Bhandari N, Kirkwood B. Use of the World Health Organization child growth standards to assess how infant malnutrition relates to breastfeeding and mortality. *Bull World Health Organ*. 2010; 88(1):39–48.
13. de Souza A, Fernandes F, do Carmo M. Effects of maternal malnutrition and postnatal nutritional rehabilitation on brain fatty acids, learning, and memory. *Nutr Rev*. 2011;69:132–44.
14. Prickett C, Brennan L, Stolwyk R. Examining the relationship between obesity and cognitive function: A systematic literature review. *Obes Res Clin Pract*. 2015; 9(2):93–113.
15. Willette AA, Kapogiannis D. Does the brain shrink as the waist expands? *Ageing Res Rev*. 2015; 20:86–97.
16. Burkhalter TM, Hillman CH. A Narrative Review of Physical Activity, Nutrition, and Obesity to Cognition and Scholastic Performance across the Human Lifespan. *Adv Nutr An Int Rev J*. 2011; 2(2):201S – 206S.
17. Palupi E, Sulaeman A, Ploeger A. World hunger, malnutrition and brain development of children. *Futur Food J Food, Agric Soc*. 2013;1(2):46–56.
18. Bauer CCC, Moreno B, González-Santos L, Concha L, Barquera S, Barrios FA. Child overweight and obesity are associated with reduced executive cognitive performance and brain alterations: a magnetic resonance imaging study in Mexican children. *Pediatr Obes*. 2015; 10(3):196–204.
19. Rindfleisch A, Malter A, Ganesan S, Moorman C. Cross-sectional versus longitudinal survey research: concepts, findings, and guidelines. *J Mark Res Am Mark Assoc*. 2008;45:261–79.
20. Semba R, de Pee S, Hess S, Sun K, Sari M, Bloem M. Child malnutrition and mortality among families not utilizing adequately iodized salt in Indonesia. *Am J Clin Nutr*. 2008;87:438–44.
21. Bartlett J, Kotrlik J, Higgins C. Organizational research: Determining appropriate sample size in survey research. *Inf Technol Learn Perform J*. 2001;19 (1):43–50.
22. Visscher V. Data exploration: Multivariate Statistical Analysis Course. Swiss: ETH, Zürich; 2009.
23. Esbensen K. Multivariate data analysis: In practice: An introduction to multivariate data analysis and experimental design. 5th ed. Ebsjerk: CAMO Process AS; 2010.
24. Ribordy F, Jabès A, Banta Lavenex P, Lavenex P. Development of allocentric spatial memory abilities in children from 18 months to 5 years of age. *Cogn Psychol*. 2013; 66(1):1–29.
25. Bellizzi M, Dietz W. Workshop on childhood obesity: Sum-mary of the discussion. *Am J Clin Nutr*. 1999;70:173S – 5S.
26. Yesavage J, Kinoshita L, Noda A, Lazzeroni L, Fairchild J, Taylor J, et al. Effects of body mass index-related disorders on cognition: preliminary results. *Diabetes, Metab Syndr Obes Targets Ther*. 2014; 7:145–51.
27. Yokum S, Ng J, Stice E. Relation of regional gray and white matter volumes to current BMI and future increases in BMI: a prospective MRI study. *Int J Obes*. 2012; 36(5):656–64.
28. Johnson W, Chumlea WC, Czerwinski SA, Demerath EW. Concordance of the Recently

- Published Body Adiposity Index With Measured Body Fat Percent in European-American Adults. *Obesity* [Internet]. 2012 Apr 17;20(4):900–3. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1038/oby.2011.346>
29. Yaffe K. Metabolic syndrome and cognitive decline. *Curr Alzheimer Res*. 2007;4(2):123–6.
30. Dantzer R. Cytokine-induced sickness behaviour: a neuroimmune response to activation of innate immunity. *Eur J Pharmacol*. 2004; 500(1-3):399–411.
31. Franciosi M, Pellegrini F, De Berardis G, Belfiglio M, Di Nardo B, Greenfield S, et al. Self-monitoring of blood glucose in non-insulin-treated diabetic patients: a longitudinal evaluation of its impact on metabolic control. *Diabet Med*. 2005; 22(7):900–6.
32. Liu K, Lu Y, Lee JK, Samara R, Willenberg R, Sears-Kraxberger I, et al. PTEN deletion enhances the regenerative ability of adult corticospinal neurons. *Nat Neurosci*. 2010;13(9):1075–81.