

**Studi Randomized Clinical Trial (RCT) Terapi Gizi pada Anak dengan ADHD: Literature Review**

Aulia Miladitiya  
Prodi S1 Gizi IIK Bhakti Wiyata Kediri  
Email Korespondensi: aulia.miladitiya@iik.ac.id

**ABSTRAK**

*Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD)* merupakan masalah perilaku terkait dengan saraf yang terlihat pada anak-anak, berkaitan dengan gangguan belajar, perilaku impulsif, hiperaktivitas dan tidak dapat memusatkan perhatian. Data Global Burden of Disease tahun 2019 menunjukkan prevalensi anak dengan ADHD paling tinggi usia 10-14 tahun sebesar 2,9%. Pengaturan pola makan dan gizi menjadi pertimbangan untuk memperbaiki gejala ADHD. Tujuan *literature review* ini untuk menentukan zat gizi makro dan mikro yang mempunyai manfaat dalam terapi gizi anak dengan ADHD berdasarkan hasil studi RCT. *Review* dilakukan dengan penelusuran *literature* pada *database* PubMed dengan kata kunci “*Nutrition Therapy*”, “ADHD”, “*children*”. Hasil penelusuran *literature* memperoleh sejumlah 305 artikel pada *database*, dan yang memenuhi kriteria *review* sejumlah 4 artikel. Hasil *literature review* menunjukkan bahwa zat gizi makro asam lemak esensial (EPA) dosis 1,2 g bermanfaat untuk terapi gizi pada anak usia 6-18 tahun dengan ADHD melalui perbaikan kognitif. Zat gizi mikro vitamin D3 2000 IU/hari dan magnesium 6 mg/kg BB/hari dapat memperbaiki fungsi perilaku dan kesehatan mental serta meningkatkan kadar 25(OH)D serum pada anak dengan ADHD. Intervensi zat gizi makro (EPA) dan zat gizi mikro (vitamin D dan magnesium) dalam bentuk suplementasi berperan dalam mengurangi gejala ADHD berdasarkan studi RCT.

**Kata Kunci:** ADHD, Anak, Terapi Gizi

***Randomized Clinical Trial (RCT) Study of Nutrition Therapy in Children With ADHD: Literature Review***

**ABSTRACT**

*Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD)* is a neurological behavioral problem seen in children, associated with learning disorders, impulsive behavior, hyperactivity, and inability to concentrate. Global Burden of Disease data in 2019 shows that the highest prevalence of children with ADHD aged 10-14 years is 2.9%. Adjusting diet and nutrition is a consideration to improve ADHD symptoms. This literature review aims to determine macro and micronutrients that have benefits in nutritional therapy for children with ADHD based on the results of RCT studies. The review was carried out by searching the literature on the PubMed database with the keywords "Nutrition Therapy", "ADHD", and "children". The results of the literature search obtained a total of 305 articles in the database, and 4 articles met the review criteria. The results of the literature review show that the macronutrient essential fatty acids (EPA) at a dose of 1.2 g is useful for nutritional therapy in children aged 6-18 years with ADHD through cognitive improvement. Micronutrients vitamin D3 2000 IU/day and magnesium 6 mg/kg BW/day can

*improve behavioral function and mental health and increase serum 25(OH)D levels in children with ADHD. Macronutrient (EPA) and micronutrient (vitamin D and magnesium) interventions in the form of supplementation play a role in reducing ADHD symptoms based on RCT studies.*

**Keywords:** ADHD, Children, Nutrition Therapy

## **PENDAHULUAN**

*Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD)* merupakan masalah perilaku terkait dengan saraf yang terlihat pada anak-anak, berkaitan dengan gangguan belajar, perilaku impulsif, hiperaktivitas dan tidak dapat memusatkan perhatian (Cloud, 2017) Berdasarkan *International Classification of Disease (ICD-11)* ADHD merupakan gangguan perkembangan saraf. Diversitas profil kognitif sensori saraf dipengaruhi oleh faktor genetik, biologis, pengasuhan, interaksi di rumah, sekolah, dan komunitas, sosiobudaya, faktor politik dan ekonomi, interaksi kompleks antara faktor internal dan eksternal (WHO and UNICEF, 2023). Berdasarkan data UNICEF dari *Global Burden of Disease Study* tahun 2019, melaporkan bahwa anak-anak usia 10-19 tahun yang mengalami ADHD sebesar 19,5% (UNICEF, 2021). Data *Global Burden of Disease* tahun 2019 menunjukkan prevalensi anak dengan ADHD paling tinggi usia 10-14 tahun sebesar 2,9% (WHO and UNICEF, 2023) Survei SUSENAS tahun 2021 melaporkan bahwa persentase anak-anak (usia 2-17 tahun) dengan disabilitas sebesar 0,6%.

Kategorisasi disabilitas fungsional digambarkan oleh Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) pada kategori keterbatasan fungsional berdasarkan modul kuesioner UNICEF/Washington Group pada anak (usia 5-17 tahun) dengan disabilitas beserta persentasenya, kesulitan belajar (1,2%), keterbatasan fungsional konsentrasi (0,9%), rutinitas (0,8%), bermain (0,5%), mengingat (1,0%), keterbatasan mengontrol perilaku (0,9%), berbicara (0,5%), melihat (0,4%), berjalan (0,2%) dan mendengar (0,25%) (UNICEF Indonesia, 2023). Anak dengan ADHD mendapat manfaat melalui perbaikan gaya hidup, interaksi antara gizi dan gaya hidup berperan lebih besar pada investigasi manajemen ADHD (Lange et al., 2023). Diet anak berdampak pada perkembangan dan memperdalam sindrom hiperkinetik. Defisiensi kronis dari mineral seperti zinc, zat besi, magnesium dan iodine serta ketidakcukupan asupan makanan yang mengandung asam lemak esensial tak jenuh ganda rantai panjang (PUFAs) mempunyai dampak signifikan terhadap perkembangan gejala ADHD pada anak (Państwowego et al., 2012). Mengatur diet dan terapi gizi harus dipertimbangkan untuk memperbaiki gejala ADHD pada anak (Wang et al., 2019). *Literature review* ini mendiskusikan peran terapi gizi, zat gizi makro dan zat gizi mikro yang berpotensi mempunyai manfaat dalam manajemen terapi pada anak dengan ADHD. Tujuan penelitian ini untuk menentukan zat gizi makro dan mikro yang mempunyai manfaat dalam terapi gizi anak dengan ADHD berdasarkan hasil studi RCT. ..

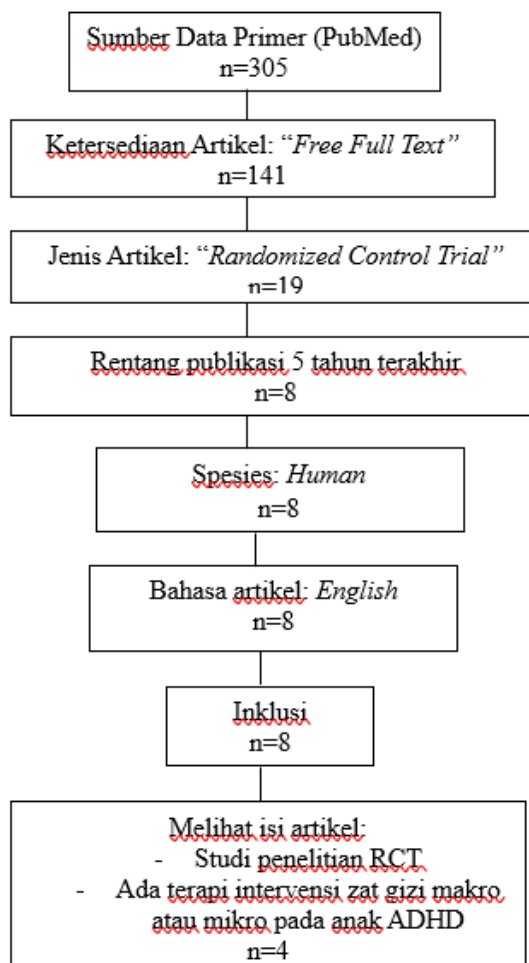
## **METODE**

Studi ini merupakan *literature review* yang mendiskusikan tentang terapi gizi pada anak dengan ADHD. Studi ini menggunakan *database* PubMed untuk pencarian artikel. Pencarian artikel menggunakan kata kunci “*Nutrition Therapy*”, “ADHD”, dan “*children*” dengan menambahkan operator logika boolean AND

untuk mempersempit hasil pencarian. Artikel yang ditemukan menggunakan kata kunci tersebut sejumlah 305 artikel, selanjutnya dilakukan proses penyaringan artikel dengan seleksi berdasarkan kriteria inklusi sebagai berikut, ketersediaan teks *free full text*, jenis artikel *Randomized Controlled Trial*, publikasi 5 tahun terakhir, spesies *human*, artikel dalam bahasa Inggris. Artikel yang memenuhi kriteria inklusi selanjutnya diseleksi dengan melihat isi jurnal (bagian judul, abstrak, dan isi artikel keseluruhan) yang sesuai dengan topik *review*, studi *Randomized Controlled Trial* dan ada terapi intervensi zat gizi makro atau mikro yang diberikan pada anak ADHD. Hasil *review* artikel disajikan dalam bentuk tabel yang terdiri dari data penulis, tujuan penelitian, metode, hasil penelitian.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pencarian *literature* pada *database* PubMed dengan menggunakan kata kunci ditemukan 305 artikel, dilakukan filterisasi berdasarkan kriteria inklusi diperoleh hasil 8 artikel, selanjutnya dengan melihat isi artikel yang sesuai dengan topik *review* diperoleh 4 artikel. Alur penyaringan artikel yang digunakan dalam *literature review* dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur penyaringan artikel yang digunakan dalam *literature review*

Data hasil *review* 4 artikel disajikan dalam Tabel 1, meliputi data penulis, tujuan penelitian, metode, hasil penelitian.

Tabel 1. Data *Review* Artikel

Data Penulis	Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
(Chang et al., 2019)	untuk meneliti pengaruh terapi <i>Eicosapentaenoic acid</i> (EPA) terhadap fungsi kognitif pada anak dengan ADHD, pengaruh kadar EPA endogen <i>baseline</i> terhadap respon terapi dan pengaruh terapi EPA terhadap kadar <i>polyunsaturated fatty acids</i> (PUFAs), gejala ADHD, gejala emosional dan kadar <i>high-sensitivity c-reactive protein</i> (hs-CRP), <i>brain-derived neurotrophic factor</i> (BDNF) plasma pada anak ADHD	Desain: <i>Double-blind, placebo-controlled trial</i> membandingkan pengaruh EPA dosis tinggi (1,2 g) dan <i>placebo</i> terhadap fungsi kognitif anak dengan ADHD yang diberikan selama 12 minggu Sampel: 92 anak (usia 6-18 tahun) dengan ADHD Variabel: PUFAs eritrosit, kadar EPA endogen, gejala ADHD, gejala emosional, kadar hs-CRP), BDNF plasma	- Kelompok anak yang mendapat terapi EPA, tingkat kefokusannya mengalami perbaikan lebih banyak daripada kelompok <i>placebo</i> - Bahkan pada anak yang mempunyai kadar EPA endogen <i>baseline</i> paling rendah, kelompok yang mendapat terapi EPA mengalami perbaikan tingkat kefokusannya & kewaspadaannya lebih banyak daripada kelompok <i>placebo</i> - Terapi EPA meningkatkan EPA eritrosit 1,6x, tetapi tidak berpengaruh terhadap kadar docosahexaenoic acid (DHA), hs-CRP, BDNF
(Hemamy et al., 2021)	Untuk meneliti pengaruh suplementasi vitamin D dan	Desain: <i>randomized, double blind, placebo-</i>	- Kadar 25-hydroxy-vitamin D3 & magnesium

Data Penulis	Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
	magnesium terhadap kesehatan mental anak dengan ADHD	<i>controlled clinical trial</i> , kelompok intervensi diberikan suplementasi vitamin D (50.000 IU/minggu) dan magnesium (6 mg/kg/hari) selama 8 minggu Sampel: 66 anak (usia 6-12 tahun) dengan ADHD Variabel: Kadar 25-hydroxy-vitamin D3 dan magnesium serum, kekuatan & kesulitan (kesehatan mental anak)	serum mengalami peningkatan yang signifikan pada kelompok intervensi dibandingkan kelompok kontrol - Anak yang mendapatkan suplementasi vitamin D dan magnesium menunjukkan berkurangnya masalah emosional, tingkah laku yang bermasalah, masalah dengan teman sebaya, total kesulitan secara signifikan dibandingkan anak yang diberikan terapi <i>placebo</i>
(Samadi et al., 2022)	Untuk meneliti pengaruh suplementasi vitamin D terhadap kadar Tumor Necrosis Factor-alpha (TNF- $\alpha$ ) dan Interleukin-6 (IL-6) pada anak dengan ADHD	Desain: <i>randomized double-blind, placebo-controlled trial</i> , diberikan terapi suplementasi vitamin D3 (2000 IU/hari) atau <i>placebo</i> selama 3 bulan Sampel: 75 Anak Usia Sekolah (AUS) dengan diagnosis ADHD	- Kadar 25(OH) D serum meningkat secara signifikan pada kelompok yang diberikan suplementasi vitamin D - Tidak ada perbedaan signifikan pada kadar IL-6 dan TNF- $\alpha$ serum pada kelompok intervensi dan <i>placebo</i> pada

Data Penulis	Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
		berdasarkan kriteria <i>Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 5<sup>th</sup></i> (DSM-V) Variabel: IL-6, TNF- $\alpha$ , and 25(OH) D serum	awal dan akhir intervensi
(Mohammadzadeh Honarvar et al., 2022)	Untuk meneliti pengaruh suplementasi vitamin D terhadap stress oksidatif anak dengan ADHD	Desain: <i>Double-blind, randomized, placebo-controlled trial</i> , diberikan suplementasi vitamin D3 (2000 IU) & kelompok kontrol mendapat <i>placebo</i> selama 3 bulan Sampel: 75 anak (usia 6-12 tahun) dengan diagnosis ADHD Variabel: kadar 25(OH)D, <i>paraxonase-1 activity</i> (PON-1), <i>Total Antioxidant Capacity</i> (TAC), and <i>8-isoprostan</i> dalam darah	-Terdapat peningkatan secara signifikan 25(OH)D di sirkulasi darah pada kelompok intervensi vitamin D dibandingkan kelompok kontrol yang memperoleh <i>placebo</i> pada akhir penelitian -Tidak ada pengurangan kadar <i>8-isoprostan</i> pada kelompok intervensi vitamin D dibandingkan kelompok <i>placebo</i> - <i>Paraxonase-1 activity</i> (PON-1), konsentrasi <i>Total Antioxidant Capacity</i> (TAC) serum menurun pada kedua kelompok saat

Data Penulis	Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
			akhir intervensi, tetapi perubahan tidak signifikan antara kelompok intervensi dan <i>placebo</i>

Berdasarkan hasil *literature review* dari 4 artikel pada Tabel 1, menunjukkan bahwa Kriteria usia anak pada *literature review* interval 6-18 tahun, hal tersebut sesuai dengan istilah anak yang digunakan dalam *Convention on the Rights of the Child (CRC)*, yaitu setiap manusia di bawah 18 tahun dikategorikan sebagai anak dikategorikan sebagai anak (General Assembly, 1989). Intervensi gizi berupa suplementasi zat gizi makro maupun zat gizi mikro yang dapat diberikan dalam manajemen terapi anak dengan ADHD berdasarkan studi RCT dalam *literature review* adalah zat gizi makro EPA dan zat gizi mikro vitamin D, magnesium. 1 artikel membahas mengenai pengaruh terapi *Eicosapentaenoic acid* (EPA) terhadap fungsi kognitif pada anak dengan ADHD, pengaruh kadar EPA endogen *baseline* terhadap respon terapi, pengaruh terapi EPA terhadap kadar *polyunsaturated fatty acids* (PUFAs), gejala ADHD, gejala emosional, kadar *high-sensitivity c-reactive protein* (hs-CRP), *brain-derived neurotrophic factor* (BDNF) plasma. 1 artikel membahas mengenai pengaruh suplementasi vitamin D dan magnesium terhadap kesehatan mental anak dengan ADHD. 2 artikel yang membahas mengenai pengaruh suplementasi vitamin D terhadap kadar Tumor Necrosis Factor-alpha (TNF- $\alpha$ ) dan Interleukin-6 (IL-6) pada anak dengan ADHD serta pengaruh suplementasi vitamin D terhadap stress oksidatif anak dengan ADHD.

Artikel 1, penelitian yang dilakukan oleh Chang *et al.*, tahun 2019 menunjukkan bahwa terapi intervensi zat gizi makro berupa asam lemak esensial yaitu EPA pada anak dengan ADHD usia 6-18 tahun, yang diberikan EPA dengan dosis 1,2 g selama 12 minggu dapat memperbaiki gejala kognitif, tingkat kefokusian dan kewaspadaan khususnya apabila kadar EPA *baseline* anak rendah serta dapat meningkatkan EPA eritrosit sebesar 1,6x lebih tinggi (Chang *et al.*, 2019). Asupan asam lemak omega-3 dapat meningkatkan proses belajar, memori, fungsi kognitif dan aliran darah dalam otak. Terapi pemberian omega-3 bermanfaat, dapat ditoleransi dengan baik dan bebas risiko (Dighriri *et al.*, 2022).

Artikel 2, penelitian yang dilakukan Hemamy *et al.*, tahun 2021 menunjukkan bahwa terapi zat gizi mikro yang dapat diberikan untuk anak ADHD adalah suplementasi vitamin D dan magnesium. Suplementasi vitamin D dengan dosis 50.000 IU/minggu ditambah magnesium 6 mg/kg BB/hari selama 8 minggu, dapat memperbaiki fungsi perilaku dan kesehatan mental pada anak dengan ADHD, meliputi berkurangnya masalah emosional, tingkah laku yang bermasalah, masalah dengan teman sebaya, total kesulitan secara signifikan (Hemamy *et al.*, 2021).

Suplementasi vitamin D dan magnesium diperlukan karena berdasarkan penelitian Villagomez dan Ramtekkar tahun 2014 melaporkan bahwa pasien dengan ADHD berisiko tinggi mengalami defisiensi zat gizi serta kadar vitamin D dan magnesium yang berkurang, zat gizi tersebut berperan penting dalam fungsi neurologis termasuk terlibat pada sintesis neurotransmitter (Villagomez and Ramtekkar, 2014).

Artikel 3, penelitian Samadi *et al.*, tahun 2022 melaporkan bahwa suplementasi vitamin D3 dengan dosis 2000 IU/hari pada Anak Usia Sekolah (AUS) selama 3 bulan, dapat meningkatkan kadar 25(OH)D serum, tetapi tidak berpengaruh terhadap *biomarkers* inflamasi TNF- $\alpha$  dan IL-6 (Samadi *et al.*, 2022). Hasil penelitian tersebut sejalan dengan artikel 4, penelitian yang dilakukan Mohammadzadeh Honarvar *et al.*, tahun 2022 menunjukkan bahwa, suplementasi vitamin D3 pada anak usia 6-12 tahun dengan dosis 2000 IU/hari juga dapat meningkatkan kadar 25(OH)D di sirkulasi, tetapi tidak berpengaruh terhadap *biomarkers* status stress oksidatif (Mohammadzadeh Honarvar *et al.*, 2022). Vitamin D dan reseptor vitamin D serum yang rendah dapat berperan penting dalam etiopatogenesis ADHD, selain itu vitamin D berperan dalam sinapsis dan mekanisme sirkuit dari gangguan perkembangan saraf ADHD (Sahin *et al.*, 2018; Ye *et al.*, 2023).

#### **Peran EPA pada Anak ADHD**

n-3 PUFAs mempunyai peran penting pada perkembangan saraf, suplementasi yang cukup untuk anak yang mengalami defisiensi dapat membantu meningkatkan pengaruh terapi standard dan bermanfaat untuk terapi pada anak dengan gangguan psikiatrik salah satunya ADHD (Chang and Su, 2020). *Seafood* khususnya ikan dan beberapa jenis kacang-kacangan merupakan bahan makanan sumber asam lemak, intervensi asupan dengan meningkatkan konsumsi ikan dan *seafood* direkomendasikan khususnya pada anak ADHD, karena berkontribusi dalam perbaikan gejala ADHD (Fuentes-Albero *et al.*, 2019). Hubungan antara defisiensi n-3 PUFAs dan ADHD melibatkan beberapa sistem biologis, termasuk inflamasi, disregulasi *hypothalamuspituitary-adrenal* (HPA) aksis dan sistem saraf pusat serta ketidakseimbangan aksis *gut-microbiota* (GBA), sehingga dapat menjadi prediktor respon terapi n-3 PUFAs pada anak dengan ADHD (Pei-Chen Chang, 2021). Suplementasi PUFA, khususnya omega-3 PUFAs mempunyai manfaat dalam mengontrol gejala ADHD, termasuk perbaikan kualitas tidur dan fungsi kognitif (Banaschewski *et al.*, 2018).

#### **Peran Vitamin D pada ADHD**

Suplementasi vitamin D3 mempunyai manfaat pada anak-anak dengan ADHD, penelitian Mirhosseini *et al.*, tahun 2023 menunjukkan bahwa anak-anak dengan diagnosis ADHD yang diberikan suplementasi vitamin D3 mengalami peningkatan kadar 25(OH)D dan kalsium serum dibandingkan dengan *baseline* serta menunjukkan hasil elektrofisiologi yang menguntungkan (Mirhosseini *et al.*, 2024). Penelitian Naeini *et al* tahun 2019 menunjukkan bahwa anak dengan ADHD usia 6-13 tahun yang diberikan suplementasi vitamin D3 (1000 IU) selama 3 bulan rerata skor impulsivitas dari *Continuous performance Test* (CPT) setelah intervensi signifikan (Naeini *et al.*, 2019).



**Peran Magnesium pada ADHD**

Kandungan magnesium pada rambut ditemukan berkurang pada anak-anak dengan ADHD dibandingkan pada kelompok kontrol non-ADHD, kandungan magnesium rambut dan urine merupakan prediktor signifikan kompleksitas gangguan perkembangan saraf (Skalny et al., 2020). Status yang rendah dari beberapa elemen dari asupan yang berkurang akibat dari pengobatan ADHD, selain itu anak dengan ADHD mengalami gangguan kemampuan untuk duduk selama makan, meninggalkan meja lebih awal dan asupan gizi menurun untuk beberapa zat gizi (Robberecht et al., 2020). Konsentrasi magnesium serum juga lebih rendah yaitu 0,105 mmol/l dibandingkan pada kelompok kontrol non-ADHD (Effatpanah et al., 2019)

**SIMPULAN**

Terapi gizi merupakan bagian dari manajemen terapi anak dengan ADHD. Intervensi gizi yang dapat diberikan dalam manajemen terapi anak dengan ADHD adalah pemberian suplementasi zat gizi makro dan zat gizi mikro, karena mempunyai manfaat potensial yaitu dapat mengurangi perkembangan gejala ADHD. Zat gizi makro dan mikro yang mempunyai peran penting dalam manajemen terapi gizi anak dengan ADHD berdasarkan hasil studi RCT yang dilakukan pada *literature review* ini adalah asam lemak esensial (EPA) yang berperan penting dalam perkembangan saraf dan dapat memperbaiki gejala kognitif. Sedangkan zat gizi mikro adalah vitamin D dan magnesium karena dapat memperbaiki fungsi perilaku dan kesehatan mental serta dapat meningkatkan kadar 25(OH)D serum.

***Conflict of Interest dan Funding Disclosure***

Semua penulis tidak memiliki conflict of interest terhadap artikel ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Banaschewski, T., Belsham, B., Bloch, M.H., Ferrin, M., Johnson, M., Kustow, J., Robinson, S., Zuddas, A., 2018. Supplementation with polyunsaturated fatty acids (PUFAs) in the management of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Nutr Health* 24, 279–284. <https://doi.org/10.1177/0260106018772170>
- Chang, J.P.C., Su, K.P., 2020. Nutritional Neuroscience as Mainstream of Psychiatry: The Evidence-Based Treatment Guidelines for Using Omega-3 Fatty Acids as a New Treatment for Psychiatric Disorders in Children and Adolescents. *Clinical Psychopharmacology and Neuroscience*. <https://doi.org/10.9758/CPN.2020.18.4.469>
- Chang, J.P.C., Su, K.P., Mondelli, V., Satyanarayanan, S.K., Yang, H.T., Chiang, Y.J., Chen, H.T., Pariante, C.M., 2019. High-dose eicosapentaenoic acid (EPA) improves attention and vigilance in children and adolescents with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and low endogenous EPA levels. *Transl Psychiatry* 9. <https://doi.org/10.1038/s41398-019-0633-0>
- Cloud, H., 2017. Medical Nutrition Therapy for Intellectual and Developmental Disabilities, in: Kathleen Mahan, L., L. Raymond, J. (Eds.), *Krause's: Food and The Nutrition Care Process*. Elsevier, St. Louis, Missouri.

- Dighriri, I.M., Alsubaie, A.M., Hakami, F.M., Hamithi, D.M., Alshekh, M.M., Khobrani, F.A., Dalak, F.E., Hakami, A.A., Alsueaadi, E.H., Alsaawi, L.S., Alshammari, S.F., Alqahtani, A.S., Alawi, I.A., Aljuaid, A.A., Tawhari, M.Q., 2022. Effects of Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids on Brain Functions: A Systematic Review. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.30091>
- Effatpanah, M., Rezaei, M., Effatpanah, H., Effatpanah, Z., Varkaneh, H.K., Mousavi, S.M., Fatahi, S., Rinaldi, G., Hashemi, R., 2019. Magnesium status and attention deficit hyperactivity disorder (ADHD): A meta-analysis. *Psychiatry Res* 274, 228–234. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.psychres.2019.02.043>
- Fuentes-Albero, M., Martínez-Martínez, M.I., Cauli, O., 2019. Omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids intake in children with attention deficit and hyperactivity disorder. *Brain Sci* 9. <https://doi.org/10.3390/brainsci9050120>
- General Assembly, U.N., 1989. Convention on the Rights of the Child.
- Hemamy, M., Pahlavani, N., Amanollahi, A., Islam, S.M.S., McVicar, J., Askari, G., Malekahmadi, M., 2021. The effect of vitamin D and magnesium supplementation on the mental health status of attention-deficit hyperactive children: a randomized controlled trial. *BMC Pediatr* 21. <https://doi.org/10.1186/s12887-021-02631-1>
- Lange, K.W., Lange, K.M., Nakamura, Y., Reissmann, A., 2023. Nutrition in the Management of ADHD: A Review of Recent Research. *Curr Nutr Rep*. <https://doi.org/10.1007/s13668-023-00487-8>
- Mirhosseini, H., Maayeshi, N., Hooshmandi, H., Moradkhani, S., Hosseinzadeh, M., 2024. The effect of vitamin D supplementation on the brain mapping and behavioral performance of children with ADHD: a double-blinded randomized controlled trials. *Nutr Neurosci* 27, 566–576. <https://doi.org/10.1080/1028415X.2023.2233752>
- Mohammadzadeh Honarvar, N., Samadi, M., Seyedi Chimeh, M., Gholami, F., Bahrapour, N., Jalali, M., Effatpanah, M., Yekaninejad, M.S., Abdolahi, M., Chamari, M., 2022. Effect of Vitamin D on Paraxonase-1, Total Antioxidant Capacity, and 8-Isoprostan in Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Int J Clin Pract* 2022, 4836731. <https://doi.org/10.1155/2022/4836731>
- Naeini, A.A., Fasihi, F., Najafi, M., Ghazvini, M.R., Hasanzadeh, A., 2019. The effects of vitamin D supplementation on ADHD (Attention Deficit Hyperactivity Disorder) in 6–13 year-old students: A randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Eur J Integr Med* 25, 28–33. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eujim.2018.10.006>
- Państwowego, R., Higieny, Z., Konikowska, K., Regulska-Ilow, B., Rózańska, D., 2012. The influence of components of diet on the symptoms of ADHD in children.
- Pei-Chen Chang, J., 2021. Personalised medicine in child and Adolescent Psychiatry: Focus on omega-3 polyunsaturated fatty acids and ADHD. *Brain Behav Immun Health* 16. <https://doi.org/10.1016/j.bbih.2021.100310>

- Robberecht, H., Verlaet, A.A.J., Breynaert, A., de Bruyne, T., Hermans, N., 2020. Magnesium, Iron, Zinc, copper and selenium status in attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Molecules*. <https://doi.org/10.3390/molecules25194440>
- Sahin, N., Altun, H., Kurutas, E.B., Balkan, D., 2018. Vitamin d and vitamin d receptor levels in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Neuropsychiatr Dis Treat* 14, 581–585. <https://doi.org/10.2147/NDT.S158228>
- Samadi, M., Gholami, F., Seyedi, M., Jalali, M., Effatpanah, M., Yekaninejad, M.S., Abdolahi, M., Chamari, M., Mohammadzadeh Honarvar, N., 2022. Effect of Vitamin D Supplementation on Inflammatory Biomarkers in School-Aged Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Int J Clin Pract* 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/1256408>
- Skalny, A. V., Mazaletskaya, A.L., Ajsuvakova, O.P., Bjørklund, G., Skalnaya, M.G., Chernova, L.N., Skalny, A.A., Tinkov, A.A., 2020. Magnesium status in children with attention-deficit/hyperactivity disorder and/or autism spectrum disorder. *Journal of the Korean Academy of Child and Adolescent Psychiatry* 31, 41–45. <https://doi.org/10.5765/jkacap.190036>
- UNICEF, 2021. THE STATE OF THE WORLD'S CHILDREN 2021 ON MY MIND: Promoting, protecting and caring for children's mental health. New York.
- UNICEF Indonesia, 2023. Key issues for children with disabilities in Indonesia. Jakarta.
- Villagomez, A., Ramtekkar, U., 2014. Iron, magnesium, vitamin d, and zinc deficiencies in children presenting with symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Children*. <https://doi.org/10.3390/children1030261>
- Wang, L.J., Yu, Y.H., Fu, M.L., Yeh, W.T., Hsu, J.L., Yang, Y.H., Yang, H.T., Huang, S.Y., Wei, I.L., Chen, W.J., Chiang, B.L., Pan, W.H., 2019. Dietary profiles, nutritional biochemistry status, and attention-deficit/hyperactivity disorder: Path analysis for a case-control study. *J Clin Med* 8. <https://doi.org/10.3390/jcm8050709>
- WHO, UNICEF, 2023. Global report on children with developmental disabilities: From the margins to the mainstream . Geneva.
- Ye, X., Zhou, Q., Ren, P., Xiang, W., Xiao, L., 2023. The Synaptic and Circuit Functions of Vitamin D in Neurodevelopment Disorders. *Neuropsychiatr Dis Treat*. <https://doi.org/10.2147/NDT.S407731>