

**TINJAUAN PUSTAKA: KONSUMSI DAGING DAN IMPLIKASINYA TERHADAP
PENCEGAHAN STUNTING PADA ANAK****Eko Saputro**

Balai Besar Pelatihan Peternakan – Batu, BPPSDMP Kementerian Pertanian

Info ArtikelReceived
8 Mei 2025Accepted
13 Juni 2025Published
10 Juli 2025Kata Kunci:
balita,
gizi,
kekurangan gizi,
kemampuan
kognitif,
gangguan
pertumbuhan,**Abstrak**

Sekitar 200 juta anak di seluruh dunia menderita kekurangan gizi (*stunting*) sehingga berakibat mengalami keterbelakangan fisik dan mental (UNICEF, 2019). Kami telah mengulas berbagai laporan penelitian internasional terindeks di situs: *Web of Science*, *Google Scholar*, dan *PubMed* yang meneliti hubungan antara konsumsi daging dengan pencegahan *stunting* dan perkembangan kognitif anak. Pencegahan *stunting* bisa dilakukan melalui pelatihan pengolahan daging bagi ibu rumah tangga agar konsumsi berbagai olahan daging dalam keluarga meningkat. Daging memiliki bioavailabilitas zat gizi mikro esensial yang lebih banyak dibandingkan produk hasil tanaman. Anak-anak berusia 6-23 bulan sangat baik mengkonsumsi daging karena kaya nutrisi terbaik. Hal ini agar anak-anak dapat terhindar dari gangguan pertumbuhan, kekurangan gizi dan gangguan perkembangan kemampuan kognitif.

Abstract

Around 200 million children throughout the world suffered from stunting resulting in physical and mental retardation (UNICEF, 2019). We have reviewed various international research reports indexed on the sites: Web of Science, Google Scholar, and PubMed which examined the relationship between meat consumption and stunting prevention and children's cognitive development. Stunting prevention can be done through meat processing training for housewives so that consumption of various processed meats in the family increases. Meat has more bioavailability of essential micronutrients than plant products. Children aged 6-23 months are very good at consuming meat because it is rich in the best nutrients. This is so that children can avoid growth disorders, malnutrition and impaired development of cognitive abilities.

Correspondence :

Balai Besar Pelatihan Peternakan Batu – Kementerian Pertanian RI
Jl. Songgoriti No. 24 Kota Batu – Jawa Timur
ekosaputrobbppbatu@gmail.com

e-issn : 2548-9437

PENDAHULUAN

Kurangnya tinggi atau panjang badan (TB) menurut umur (U) anak (TB/U) adalah tanda anak *stunting* atau balita pendek yang berlangsung lama akibat masalah gizi yang kronis. Balita adalah anak yang berusia di bawah lima tahun (*under five years* atau 0 - 59 bulan. Jika anak berumur kurang dari 24 bulan maka digunakan istilah panjang badan. Jika anak berumur 24 bulan ke atas maka digunakan istilah tinggi badan. Rendahnya asupan energi dan protein dalam waktu cukup lama mengakibatkan anak dalam keadaan gizi kurang (*under nutrition*) tingkat sedang. Berat badan anak menurut umur (BB/U) berada pada <-2 standar deviasi sampai >-3 standar deviasi adalah tanda gizi kurang. Kurangnya berat badan menurut panjang/tinggi badan anak (BB/TB) disebut balita kurus (*wasting*) akibat masalah gizi akut. Kekurangan makan atau terkena penyakit infeksi yang terjadi dalam waktu yang singkat adalah penyebab *wasting* (Kementerian Kesehatan, 2023).

Jumlah anak *stunting* dan *wasting* di Indonesia masing-masing sejumlah 21,6% dan 7,7% berdasarkan Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) 2022 (Kementerian Kesehatan, 2022). Jumlah anak di seluruh dunia yang menderita kekurangan gizi dan gagal mencapai potensi perkembangannya (*stunting*) ada lebih dari 200 juta anak. Sebesar 75% dari angka tersebut adalah balita dan berada di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah (*low- and middle-income countries* = LMIC) (UNICEF, 2019).

Indikator *stunting* adalah tinggi badan yang rendah tidak sesuai usia anak atau pertumbuhan linier anak mengalami kegagalan. Masih terdapat perbedaan pandangan mengenai definisi dan penggunaan angka *stunting* sebagai indikator kesehatan penduduk. Namun demikian angka *stunting* masih banyak digunakan sebagai ukuran malnutrisi yang kronis (Perumal *et al.*, 2018). *Stunting* didefinisikan sebagai proporsi anak yang tinggi badannya menurut usianya memiliki standar deviasi di bawah -2 dari populasi yang menjadi referensi (UNICEF, 2013). Gangguan pertumbuhan dan perkembangan fisik, rendahnya nilai kecerdasan intelektual (*intelligence quotient* = IQ), gangguan perkembangan kognitif, rendahnya prestasi sekolah, meningkatnya masalah terkait perilaku, lebih rentannya terhadap penyakit kronis, dan berkurangnya potensi penghasilan saat dewasa nanti dikaitkan dengan anak yang mengalami *stunting* pada usia di bawah 5 tahun (De Onis dan Branca, 2016). Skor kognitif anak-anak yang mengalami *stunting* persisten sejak dini jauh lebih rendah dibandingkan dengan anak-anak yang tidak pernah mengalami *stunting* berdasarkan studi *cohort* di banyak negara yang melibatkan 943 anak di bawah usia 5 tahun (Alam *et al.*, 2020). Nilai Tes Kosakata Gambar *Peabody* dan Tes Penilaian Kuantitatif anak-anak

berusia delapan tahun yang mengalami *stunting* di Etiopia masing-masing adalah 16,1% dan 48,8%. Hal ini lebih rendah dibandingkan anak-anak yang normal. Kedua tes tersebut adalah metode pengukuran perkembangan kognitif bagi anak-anak tersebut (Woldehanna *et al.*, 2017; Stockman, 2000). Di antara 1.674 anak-anak di Peru, baik yang mengalami *stunting* dini atau *early stunting* (*stunting* pada usia 6–18 bulan) maupun *stunting* yang terjadi secara bersamaan atau *concurrent stunting* (*stunting* pada usia 4,5–6 tahun) secara signifikan mengalami penurunan perkembangan kognitif dan prestasi sekolah. Hal tersebut diukur dengan tes kosa kata bergambar standar yang diberikan kepada anak-anak pada usia 6–18 bulan dan usia 4,5–6 tahun (Crookston *et al.*, 2011).

Produk domestik bruto (PDB) lebih rendah 7% di negara-negara yang angkatan kerjanya mengalami *stunting* pada masa kanak-kanak dibandingkan dengan rata-rata PDB global berdasarkan laporan Bank Dunia. Hal ini bermakna bahwa *stunting* juga berdampak pada perekonomian nasional. Negara-negara di Afrika dan Asia Tenggara mempunyai PDB sebesar 10% hingga 17% lebih rendah dibandingkan PDB global (Galasso *et al.*, 2016). Hal tersebut disebabkan oleh tingkat *stunting* yang jauh lebih tinggi di wilayah negara tersebut dibandingkan dengan wilayah negara lainnya di dunia (De Onis *et al.*, 2012).

Makalah tinjauan pustaka ini memberikan latar belakang dan dasar pemikiran atas anggapan bahwa konsumsi daging dapat mencegah *stunting* dan meningkatkan perkembangan kognitif pada anak-anak. Makalah ini juga membahas beberapa implikasi yang lebih luas akibat konsumsi daging. Makalah tinjauan pustaka ini menyelidiki validitas gagasan tersebut dan gagasan urgensi pelatihan pengolahan daging bagi ibu rumah tangga agar konsumsi berbagai olahan daging dalam keluarga meningkat.

METODE

Kami telah mengumpulkan dan meninjau berbagai laporan penelitian internasional terindeks hingga tahun 2024 yang meneliti hubungan antara konsumsi daging dengan pencegahan *stunting* dan perkembangan kognitif anak. Kami tidak membatasi tahun publikasi laporan penelitian tersebut, misalnya hanya yang dipublikasikan di 5 tahun terakhir. Oleh karena itu, semua laporan studi yang diterbitkan hingga Juli 2024 kami ulas. Kami menelusuri *database* laporan penelitian internasional terindeks di situs: *Web of Science*, *Google Scholar*, dan *PubMed*.

Istilah atau kata kunci penelusuran di *database* tersebut mencakup berbagai kombinasi kata: daging dengan *stunting*, kognisi, perkembangan kognitif, IQ, prestasi sekolah, atau nilai ujian. Istilah atau kata kunci untuk

penelusuran meliputi: *Red meat OR Meat AND [Cognitive development OR any of measure of cognitive development OR Stunting]*,” “*Animal sourced foods AND [Cognitive Development OR Any of the measure of cognitive development OR Stunting]*.”

Artikel yang tidak dapat diakses oleh penulis diambil oleh pustakawan profesional melalui peminjaman antar perpustakaan atau melalui situs *Library Genesis* atau *LibGen* dan situs *Sci-Hub*. Setelah menemukan studi yang relevan, kami memeriksa publikasi penulis pertama dan kedua dari makalah yang diidentifikasi untuk mencari makalah tambahan yang relevan.

Sebanyak 241 sumber ditarik di seluruh *database*. Selanjutnya setelah kami ulas bagian abstrak dan pendahuluan setiap artikel tersebut, terpilih hanya 9 artikel yang kami gunakan dalam studi pustaka ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyebab *Stunting*

Banyak aspek yang mengakibatkan masalah *stunting* (Theron *et al.*, 2007). Aspek-aspek tersebut adalah pola makan atau *diet* yang buruk dan faktor lain yang berkontribusi. Faktor lain tersebut adalah sumber air, hygiene dan sanitasi yang buruk, kesehatan dan gizi ibu yang buruk, jarak kelahiran yang pendek, kehamilan di usia remaja, kesehatan usus yang buruk, dan kejadian infeksi, (WHO, 2014). *Stunting* yang paling sering terjadi disebabkan oleh pola makan atau *diet* yang buruk (Lartey, 2015). Kekurangan zat gizi mikro dan makro yang penting selama 1.000 hari pertama kehidupan anak mengakibatkan pola makan atau *diet* yang tidak mencukupi (Black *et al.*, 2013).

Stunting juga dapat terjadi ketika anak cukup pasokan protein dan kalori total. *Stunting* seperti ini sama halnya dengan kejadian kelaparan yang tersembunyi. Hal ini karena kekurangan zat gizi mikro atau zat gizi mikro penting dalam makanan yang dikonsumsi yang diperlukan untuk perkembangan fisik dan mental yang baik (Muthayya *et al.*, 2013).

Zat besi, seng, tembaga, kromium, selenium, yodium, mangan, dan molibdenum, serta 13 jenis vitamin (A, B1, B2, B6, dan B12, C, D, E, K, niasin, biotin, folat, asam pantotenat) adalah zat gizi mikro dalam makanan yang sangat dibutuhkan tubuh. Kekurangan berbagai kombinasi zat nutrisi penting tersebut dapat berdampak buruk pada pertumbuhan dan perkembangan anak. Meskipun, bukti mengenai pengaruh waktu konsumsi, besarnya dampak, dan dampak jangka panjang dari berbagai zat gizi mikro tersebut terhadap kesehatan masih jarang diteliti (Branca dan Ferrari, 2002; McNeill dan Van Elswyk, 2012).

Daging dan pangan asal hewan (PAH) atau *animal-source foods* (ASF) lainnya mengandung lebih banyak zat nutrisi yang *bioavailable* dibandingkan kelompok makanan lainnya. Hal ini memberikan keuntungan tersendiri yang unik dalam upaya untuk mengurangi *stunting* berbasis pola makan atau *diet*.

Salah satu penyebab paling penting dari *stunting* dan gangguan kognitif yang diakibatkannya adalah malnutrisi atau pola makan yang buruk. Defisiensi zat gizi mikro atau kejadian kelaparan yang tersembunyi adalah penyebab utamanya. Oleh karenanya, asupan daging dalam jumlah yang cukup, yang memasok zat gizi mikro esensial yang hilang, dapat mengurangi *stunting* akibat zat gizi dan gangguan kognitif yang diakibatkannya (Hulett *et al.*, 2014; Krebs *et al.*, 2011; Neumann *et al.*, 2007).

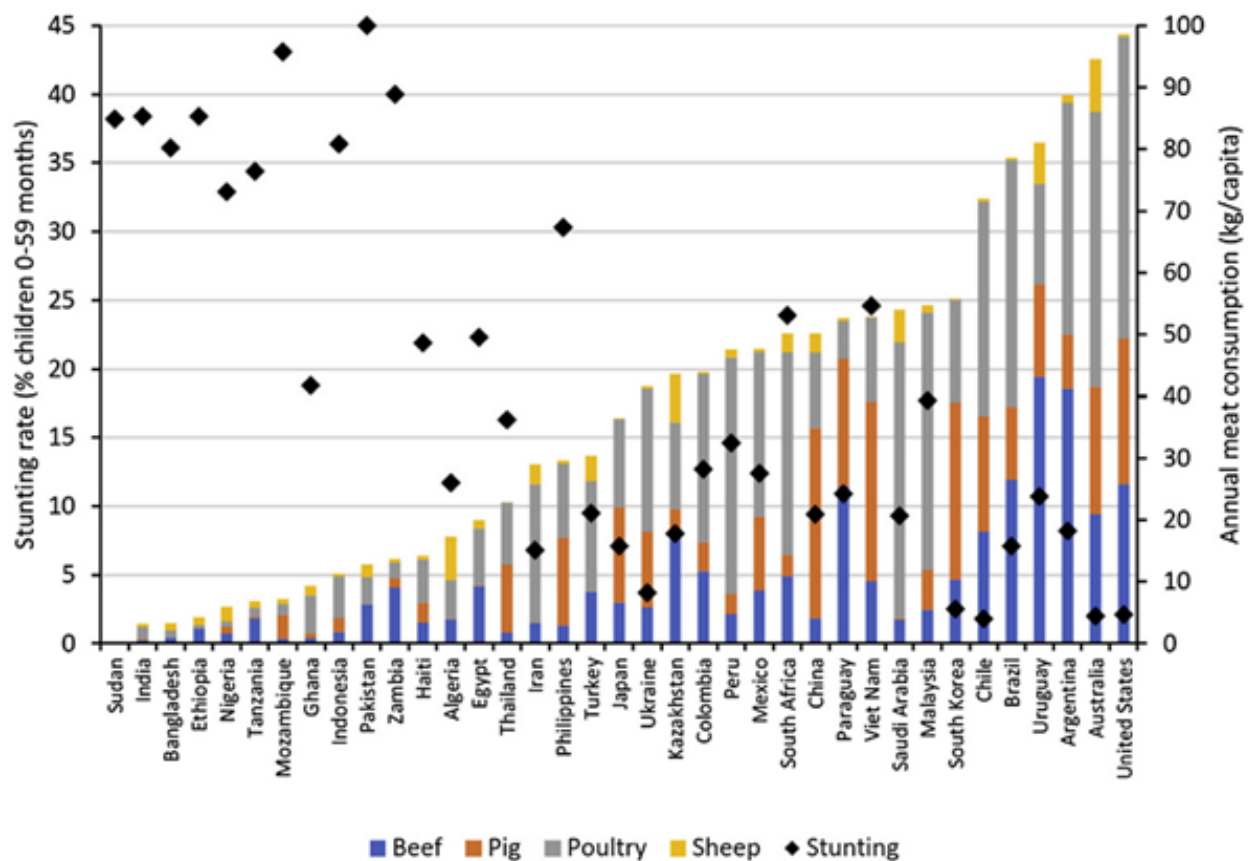
Produk daging sebagai salah satu komponen *diet* dapat memberikan manfaat bagi status zat gizi mikro bayi pascasapih. Hal ini terutama di lingkungan yang terpinggirkan (*marginal*), dimana terdapat angka kesakitan akibat infeksi dan sedikit pilihan yang tersedia untuk suplemen makanan (Krebs, 2000).

Meskipun, faktanya bahwa angka *stunting* nasional berbanding terbalik dengan konsumsi daging per kapita per tahun, dan tren serupa juga terjadi pada PAH lainnya (Gambar 1 ; Adesogan *et al.*, 2020). Korelasi ini tidak berarti hubungan sebab akibat, karena tingkat konsumsi daging dapat mencerminkan perbedaan hal penting lainnya, seperti pendapatan atau faktor lainnya. Tampaknya kaitan tersebut perlu dieksplorasi lebih lanjut.

Zat Gizi Makro dalam Daging dan Kesehatan

Sumber utama dari energi, zat gizi makro (termasuk protein dan lemak), dan zat gizi mikro utama terdapat dalam daging. Konsentrasi dan kualitas protein daging dan PAH lainnya lebih tinggi dibandingkan pangan asal nabati (PAN) atau *plant-source foods* (PSF). Tingginya konsentrasi dan daya cerna asam amino esensial mengakibatkan daging dan PAH lainnya memiliki nilai biologis yang lebih tinggi dibandingkan PAN. Asam amino esensial lisin sangat tinggi dalam PAH dibandingkan kebanyakan PAN yang jumlah lisinnya terbatas. Pertumbuhan dan perkembangan; membangun semua jaringan protein dalam tubuh; penyerapan zat besi, kalsium dan seng; produksi hormon, enzim, dan antibodi serta pemulihan dari cedera adalah berbagai fungsi penting dari lisin (Singh *et al.*, 2011).

Daging dan PAH lainnya memiliki konsentrasi lisin yang dapat dicerna dan asam amino esensial lainnya yang relatif tinggi. Daging dan PAH lainnya memiliki peringkat lebih tinggi untuk kualitas protein makanan. Hal ini berupa



Gambar 1. Perkiraan konsumsi daging per kapita dan angka *stunting* di berbagai negara (Sumber: Adesogan *et al.* (2020); Data dari OECD (2018) dan UNICEF-WHO-Bank Dunia (2017).

Skor Asam Amino yang Dikoreksi - Kecernaan Protein dan Skor Asam Amino yang Sangat Dapat Dicerna yang lebih tinggi dibandingkan PAN alami (Ertl *et al.*, 2016; Hoffman dan Falvo, 2004).

Asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh ganda n-3 banyak terdapat dalam daging (Nohr dan Biesalski, 2007). Kesehatan manusia sangat terkait dengan dampak positif dari omega-3 atau asam lemak tak jenuh ganda n-3 rantai panjang. Misalnya, peran penting dalam jaringan komunikasi di dalam otak diperankan oleh asam *docosahexaenoic* atau *docosahexaenoic acid* (DHA) asam *eicosapentaenoic* atau *eicosapentaenoic acid* (EPA) (Bentsen, 2017).

Selain itu, DHA dan EPA juga memiliki karakteristik anti-inflamasi, anti-trombotik dan anti-aterogenik. Konsumsi DHA dan EPA dapat mengurangi risiko penyakit jantung koroner (Givens *et al.*, 2006). Asam arakidonat terdapat dalam daging yang berperan mempengaruhi kinerja ginjal terhadap kerusakan inflamasi. Asam arakidonat juga merupakan prekursor eikosanoid, yang merupakan mediator bioaktif autokrin dan parakrin efektif yang terlibat secara luas dalam berbagai proses patologi dan fisiologi (Wang *et al.*, 2019).

Resiko Kesehatan Akibat Pengolahan dan Konsumsi Daging Berlebihan

Resiko penyakit jantung koroner meningkat karena konsumsi lemak jenuh yang berlebihan dari daging olahan yang diolah secara tradisional (Micha *et al.*, 2010). Risiko penyakit tersebut akan meningkat ketika asam lemak jenuh dalam makanan menggantikan asam lemak tak jenuh ganda cis, tetapi bukan karbohidrat dalam makanan (Nettleton *et al.*, 2017; Givens, 2017; Micha dan Mozaffarian, 2010).

Konsumsi daging merah yang berlebihan mengakibatkan asupan kolesterol dan lemak jenuh yang berlebihan. Kolesterol dan lemak jenuh telah dikaitkan dengan obesitas (Wang dan Beydoun, 2009). Selain itu, keduanya juga dikaitkan dengan peningkatan prevalensi penyakit kronis. Misalnya, penyakit diabetes dan kardiovaskular (Vang *et al.*, 2008). Pola makan atau diet yang sehat menganjurkan konsumsi daging dalam jumlah yang sedang atau moderat (Klurfeld, 2018; Nohr dan Biesalski, 2007). Hal ini terutama dalam rangka untuk mendiversifikasi pola makan olahan makanan tinggi karbohidrat yang merupakan predisposisi untuk diabetes.

Konsumsi daging olahan yang berlebihan telah dikaitkan dengan peningkatan kejadian kanker (Chan *et al.*,

2011). Daging olahan diklasifikasikan sebagai “karsinogenik bagi manusia” dan daging merah diklasifikasikan sebagai “mungkin karsinogenik bagi manusia” atau “*probably carcinogenic to humans*” untuk kanker kolorektal oleh Badan Internasional Penelitian Kanker atau *International Agency for Research on Cancer* (IARC). Hal ini menunjukkan bukti bahwa hubungan antara daging merah dan kanker kolorektal tidak meyakinkan. *World Health Organization* (WHO) juga mengklasifikasikan hal yang serupa. Namun, klasifikasi tersebut telah ditentang dan dikaitkan dengan lemahnya keterkaitan / hubungan, rancu, dan faktor yang tidak terukur (Klurfeld, 2018). Hal ini karena metode pemrosesan, pemasakan, dan pengawetan daging merah merupakan sumber beberapa karsinogen, bukan karena dagingnya sendiri (Santarelli, *et al.*, 2008; Ferguson, 2010).

Bukti-bukti di atas menunjukkan manfaat zat gizi makro dalam daging serta dampak kesehatannya yang kompleks. Hal ini menunjukkan bahwa mengonsumsi daging akan bermanfaat jika dikonsumsi dalam jumlah yang moderat atau sedang dan beberapa kemungkinan akan berdampak buruk bagi kesehatan jika daging dikonsumsi secara berlebihan.

Zat Gizi Mikro dalam Daging dan Kesehatan

Zat nutrisi harian yang diperlukan tubuh dapat dipenuhi oleh pangan asal hewan (PAH). Hal ini karena PAH padat nutrisi dan mengandung zat gizi mikro yang signifikan. Vitamin A (retinol) aktif atau yang telah terbentuk hanya tersedia dalam PAH. Zat besi dan seng dalam PAH adalah yang paling tersedia secara hayati. PAH juga merupakan sumber vitamin B yang baik. Hal ini terutama vitamin B6 (piridoksin), niasin (B3), asam pantotenat (B5), biotin (B7), folat (B9) dan B12 (cobalamin) (De Smet dan Vossen, 2016; McNeill dan Van Elswyk, 2012; Nohr dan Biesalski, 2007; Branca dan Ferrari, 2002).

Vitamin B lainnya seperti tiamin (B1) dan riboflavin (B2) tersedia dalam daging. Mineral tambahan penting, yakni yodium, selenium, mangan, tembaga dan fosfor juga tersedia dalam daging. Daging merupakan sumber utama vitamin dan mineral tersebut (De Smet dan Vossen, 2016; Nohr dan Biesalski, 2007). Berbagai potongan dan jenis daging berbeda-beda dalam konsentrasi masing-masing zat nutrisi tersebut (Lawrie dan Ledward, 2014).

Secara global, harga pangan asal nabati (PAN) lebih terjangkau dan mudah didapatkan daripada PAH. Contoh PAN yakni buah-buahan, sayuran dan kacang-kacangan. Konsentrasi dan bioavailabilitas beberapa zat gizi mikro esensial pada PAN adalah terbatas dan lebih rendah dibandingkan dengan daging. Misalnya adalah zat seng, besi, dan vitamin B12 (Gibson *et al.*, 2018).

Zat besi yang berasal dari tumbuhan (*non-heme*) lebih rendah bioavailabilitasnya dibandingkan dengan zat besi yang berasal dari hewan (*heme*). Hal ini mengakibatkan untuk memenuhi kebutuhan zat besi harian seorang wanita usia subur harus mengonsumsi bayam 6 kali lebih banyak dan daging sapi 3 kali lebih banyak untuk mendapatkan jumlah zat besi yang sama (Gupta, 2016; Gambar 2).

Gambar 3 dengan jelas menunjukkan bahwa PAH memiliki bioavailabilitas zat besi yang lebih besar dibandingkan PAN. Secara global, zat besi menjadi salah satu zat gizi mikro yang paling kurang dalam pola makan. Hal ini karena keterbatasan asupan, rendahnya jumlah dan bioavailabilitas zat besi dalam pola makan.

Penduduk dunia yang mengalami kekurangan zat besi adalah 42% anak-anak, 40% wanita hamil, dan 33% wanita usia subur (WHO, 2021). Ada sekitar 600 juta anak usia prasekolah dan sekolah yang mengalami anemia atau defisiensi zat besi. Kedua hal tersebut merupakan faktor predisposisi *stunting* (McNeill dan Van Elswyk, 2012).

Vitamin A, yodium dan seng juga merupakan daftar teratas dari zat gizi mikro yang kurang dalam *diet* secara global. Daging mengandung 4 zat gizi mikro tersebut (zat besi, seng, yodium, dan vitamin A) dengan jumlah yang lebih banyak dan tersedia secara hayati dibandingkan PAN (Derbyshire, 2017).

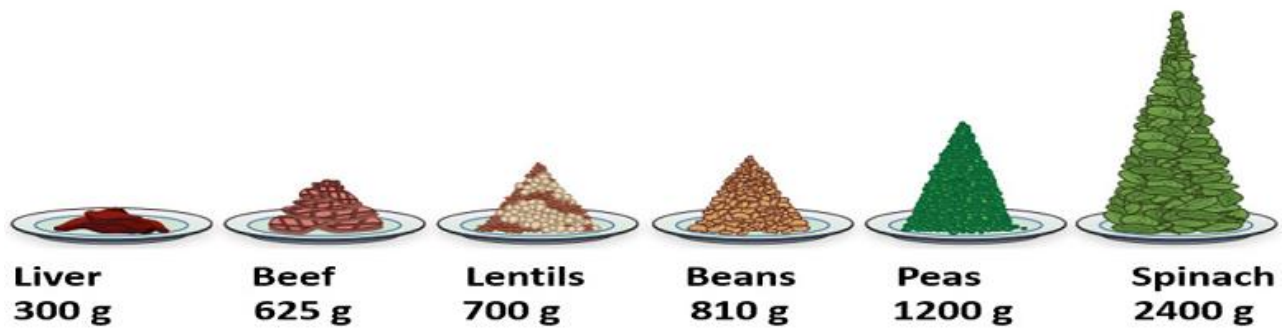
Kandungan tanin dan fitat dalam PAN adalah antinutrien yang dapat berinteraksi dengan 4 zat gizi mikro besi, seng, yodium, dan vitamin A di dalam usus manusia. Hal ini mengakibatkan berkurangnya penyerapannya (Gibson *et al.*, 2018).

Proses sintesis DNA, fosfolipid membran dan neurotransmitter memerlukan adanya vitamin B12. Penjagaan integritas sistem saraf dan sel darah atau hematopoietik sangat membutuhkan vitamin B12 (Malouf dan Sastre, 2003). Neuropati dan anemia megaloblastik diakibatkan oleh karena kekurangan vitamin B12 (Socha *et al.*, 2020; Ekabe *et al.*, 2017).

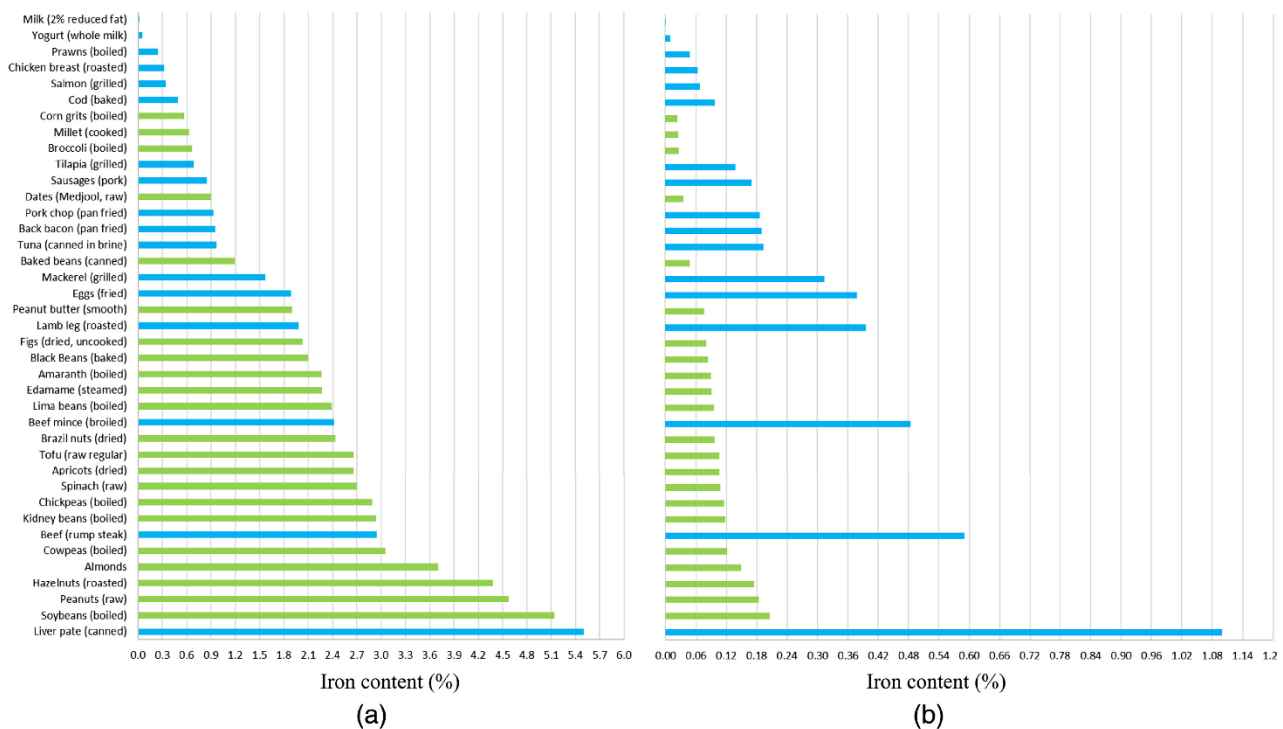
Kebutuhan vitamin B12 harian yang direkomendasikan dapat dicukupi dengan mengonsumsi daging dan PAH lainnya. Rekomendasi asupan vitamin B12 harian sebesar 0,5 µg/hari untuk bayi dan 2,4 µg/hari untuk manusia dewasa.

Seorang vegetarian dan vegan lebih sering mengalami defisiensi vitamin B12 dibandingkan dengan pemakan daging. Hal ini terutama pada wanita hamil, bayi dan ibu menyusui di wilayah pedesaan negara-negara *Low Middle-Income Country* (LMIC). Pola makan padat karbohidrat yang sering kali mereka jalani (Adesogan *et al.*, 2020).

Konsentrasi vitamin B12 pada tanaman, 80% aktivitas yang terdeteksi disebabkan oleh analog yang tidak aktif. Hal ini menyebabkan hasil positif yang palsu berdasarkan berbagai penelitian yang telah dipublikasikan (Rizzo *et al.*, 2016; Herbert, 1988).



Gambar 2. Jumlah berbagai jenis makanan yang memberikan jumlah zat besi yang sama untuk memenuhi kebutuhan zat besi bagi wanita usia subur (Gupta, 2016). Dibutuhkan lebih sedikit hati dan daging sapi dibandingkan bayam karena bioavailabilitas zat besi yang lebih besar dalam PAH dibandingkan PAN. Kandungan zat besi pada makanan tersebut per 100 g porsinya adalah 1,05 mg (bayam); 1,47 mg (kacang polong); 5,34 mg (kacang polong); 6,51 mg (kacang lentil), 1,69 mg (daging sapi) dan 6,54 mg (hati) (USDA , 2021).



Gambar 3. Kandungan zat besi (%) pada beberapa sumber makanan menurut USDA (2021) (dimodifikasi dari Tarnowski [2013]). (a) Kandungan zat besi seperti yang ditemukan dalam porsi 100 g setelah dimasak. (b) Kandungan zat besi setelah koreksi bioavailabilitas yaitu 20% untuk pangan sumber hewani dan 4% untuk pangan sumber nabati (Hurrell dan Egli, 2010).

Bukti dalam banyak literatur menunjukkan bahwa masih belum cukup untuk menentukan apakah vitamin B12 dalam PAN merupakan bentuk aktif. Jika iya, apakah konsumsi nori secara teratur dapat berkelanjutan untuk memenuhi permintaan, mengingat variabilitas dalam proses produksinya masih kurang. Para ilmuwan menyimpulkan bahwa meskipun beberapa rumput laut, jamur, dan makanan fermentasi dapat dianggap sebagai sumber vitamin B12 yang paling baik. Namun demikian, datanya masih belum mencukupi, dan produksinya terlalu heterogen. Oleh karenanya PAN tidak dapat dikategorikan sebagai sumber vitamin B12 yang layak.

Memenuhi kebutuhan akan vitamin B12 tanpa PAH merupakan sebuah tantangan. Di negara-negara barat, suplemen vitamin B12 sudah tersedia secara luas. Namun, di daerah pedesaan negara-negara *Low Middle-Income Country* (LMIC), suplemen vitamin B12 tersebut tidak tersedia. Hal ini karena banyak di antara Negara barat tersebut memiliki populasi ternak yang tinggi yang dapat memasok zat gizi mikro ini.

Diskusi mengenai pro dan kontra produksi dan konsumsi daging dan PAH lainnya sering mengabaikan fakta tentang atribut yang unik dari daging dan PAH lainnya. Daging secara bersamaan dapat menyediakan

secara hayati (*bioavailable*) beberapa zat gizi makro dan mikro dari penting dan bernilai tinggi yang terkait dengan *stunting*. Hal inilah yang membedakan daging dengan banyak kelompok makanan penting lainnya yang mengandung zat gizi esensial namun kurang tersedia secara hayati (*bioavailable*) atau lebih sedikit zat gizi mikro yang dipasok secara bersamaan.

WHO menyatakan bahwa PAH sebagai bentuk makanan yang kaya zat gizi terbaik untuk bayi berusia 6 hingga 23 bulan. Hal ini karena atribut yang unik dari daging dan PAH lainnya (WHO, 2014). Namun, sangat disayangkan ada 59% anak-anak di seluruh dunia tidak mendapatkan zat gizi yang sangat dibutuhkan dari PAH (UNICEF, 2020).

Pendekatan fortifikasi secara intrinsik dan ekstrinsik pada bahan makanan pokok yang tidak bergizi secara memadai telah berhasil diterapkan untuk menambah pasokan zat gizi mikro. Misalnya fortifikasi secara intrinsik adalah kacang-kacangan kaya zat besi yang dibiofortifikasi. Fortifikasi secara ekstrinsik, misalnya tepung jagung yang diperkaya zat besi (Dary dan Hurrell, 2006; Andrade *et al.*, 2021).

Pendekatan-pendekatan tersebut sangat penting untuk mengatasi masalah kejadian kelaparan yang tersembunyi atau *hidden hunger*. Namun, upaya-upaya ini masih memiliki kendala. Upaya tersebut seringkali berumur pendek di negara-negara *Low Middle-Income Country* (LMIC). Hal ini karena terbatasnya pendanaan dari pemerintah atau negara donor (Adesogan *et al.*, 2020).

Selain itu, kendalanya adalah hanya sedikit zat gizi yang tersedia dalam bahan pokok yang sama. Oleh karenanya hal ini berpotensi menghambat kebijakan yang ditujukan untuk meningkatkan keragaman pangan. Hal ini sangat kontras dengan pasokan beberapa zat gizi makro dan mikro penting secara simultan dari daging dan PAH lainnya.

Konsumsi Daging dan Peningkatan Kognisi Anak

Berbagai penelitian telah berusaha memahami hubungan antara konsumsi daging dan perkembangan kognitif anak-anak. Kognitif adalah sifat kegiatan atau proses untuk memperoleh pengetahuan (termasuk perasaan, kesadaran dan sebagainya) atau sifat usaha mengenali sesuatu melalui pengalaman sendiri.

Penelitian tersebut menunjukkan bahwa adanya mekanisme berbagai zat gizi mikro dalam meningkatkan perkembangan kognitif sangat bervariasi dan belum dipahami dengan baik. Hasil penelitian mengenai pengaruh suplementasi zat gizi mikro esensial menunjukkan bahwa daging meningkatkan fungsi kognitif melalui pengaruhnya terhadap pasokan zat gizi mikro yang tersedia secara hayati (Balehegn *et al.*, 2023).

Hulett *et al.* (2014), menunjukkan bahwa suplementasi daging dalam makanan anak-anak usia sekolah yang sehat di Kenya telah meningkatkan nilai ujian sebesar 45% bila dirata-ratakan di semua mata pelajaran dan semester sekolah. Selain itu, juga dapat meningkatkan keterampilan kepemimpinan dan perilaku anak-anak secara keseluruhan.

Neumann *et al.* (2003) melaporkan bahwa suplementasi daging menghasilkan peningkatan kinerja dalam tes aritmatika dan inisiatif kepemimpinan di kalangan anak-anak sekolah dibandingkan dengan mereka yang tidak diberi suplementasi daging. Hal ini mendukung anggapan bahwa konsumsi daging dikaitkan dengan peningkatan kognisi pada anak-anak.

Asupan daging dari usia 4 hingga 12 bulan dan usia 4 hingga 16 bulan berhubungan positif dan signifikan dengan indeks perkembangan psikomotorik (Morgan *et al.*, 2004). Sebuah studi *cross sectional* pada 672 anak yang mengukur volume tengkorak (Lauringson *et al.*, 2020), yang merupakan proksi perkembangan kognitif (Valge *et al.*, 2019; Nave *et al.*, 2019), melaporkan adanya korelasi negatif antara kekurangan daging di masa kanak-kanak dan ukuran tengkorak pada remaja.

Sebuah studi longitudinal terhadap anak-anak pedesaan di Nepal oleh Miller *et al.* (2016) menunjukkan bahwa 43% variasi lingkaran tengkorak disebabkan oleh skor berat badan menurut usia dan konsumsi daging, sedangkan mereka yang mengonsumsi lebih banyak daging mempunyai skor lingkaran tengkorak lebih besar.

Di Nigeria, keragaman pangan yang didefinisikan sebagai mengonsumsi berbagai jenis makanan, biasanya daging telah diasosiasikan dengan peningkatan prestasi akademis di kalangan anak sekolah (Omuemu dan Ogboghodo, 2020). Di Uganda, konsumsi daging pada usia 6 hingga 8 bulan berhubungan positif dengan perkembangan keterampilan motorik halus yang normal pada usia 20 hingga 24 bulan (Kakwangire *et al.*, 2021).

Selain itu, suplementasi kreatin secara oral, yang ditemukan dalam jumlah tinggi pada daging, meningkatkan kognisi dan memori di kalangan orang dewasa muda di Australia (Rae *et al.*, 2003). Hubungan positif serupa antara konsumsi daging dan perkembangan kognitif dilaporkan dalam penelitian lain (Hoang *et al.*, 2019; Prado *et al.*, 2016; Maluccio *et al.*, 2009).

Studi menunjukkan bahwa nutrisi yang tersedia secara hayati dalam daging, seperti zat besi, seng, yodium, dan vitamin B (B12, B6, folat, dan riboflavin), meningkatkan perkembangan kognitif melalui dampaknya terhadap perkembangan struktural otak. Hal ini tercapai melalui peningkatan mielinisasi, arborisasi dendritik, dan konektivitas sinaptik (Lövblad *et al.*, 1997).

Efek menguntungkan dari konsumsi daging terhadap *stunting* disebabkan oleh kontribusi langsung dan simultan dari zat gizi mikro esensial yang kurang atau tidak

memadai pada sebagian besar pola makan atau diet PAN. Hal itu terjadi bahkan pada beberapa sereal yang diperkaya atau difortifikasi.

Suplementasi daging dan ikan pada bayi yang diberi ASI menghasilkan peningkatan serum ferritin (protein yang menyimpan dan melepaskan zat besi) pada bayi berusia 6 hingga 9 bulan (Michaelsen, *et al.*, 1995). Hal ini disebabkan karena zat besi dalam daging diserap lebih baik oleh bayi dibandingkan dengan zat besi dalam sereal yang diperkaya dan bahkan dalam ASI (Jalla *et al.*, 1998; Engelmann *et al.*, 1998).

Suplementasi daging yang tepat pada bayi usia 6 bulan yang diberi ASI cukup mendukung kebutuhan zat besi dan seng (Krebs, 2000). Akibatnya, bayi dan anak-anak yang bergantung pada pola makan non-daging dan vegan lebih rentan mengalami kekurangan nutrisi.

Hasil penelitian *European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition–Oxford* menggambarkan perbandingan kekurangan zat gizi mikro dalam makanan yang dikonsumsi oleh vegan, vegetarian, dan pemakan daging. Pola makan pemakan daging lebih mencukupi pasokan zat gizi mikro. Meskipun demikian, perlu dicatat bahwa subjek vegetarian dan vegan dalam penelitian ini tidak mengalami kekurangan zat gizi mikro karena suplementasi vitamin dan mineral dalam makanan yang mereka konsumsi.

Asam arakidonat dan *docosahexaenoic* (DHA) yang ditemukan dalam daging secara bersama-sama menyumbang sekitar seperlima dari berat kering otak (Bentsen, 2017). Asam lemak ini penting untuk jaringan komunikasi yang canggih di dalam otak yang dilakukan oleh sistem transfer transmembran, yang sebagian besar terbuat dari lipid tersebut (Crawford, 1970; Dyall, 2015; Bentsen, 2017).

Asam lemak arakidonat dan *docosahexaenoic* (DHA) digunakan dalam perluasan sel glial, neuron, akson, dan dendrit serta mielinisasi serabut saraf selama 2 tahun pertama kehidupan bayi. Oleh karenanya, suplementasi makanan (seperti daging) yang mengandung asam lemak ini penting selama fase tersebut (Hadley *et al.*, 2016).

Kontribusi Zat Gizi Daging

Banyak penelitian yang menganjurkan pengurangan konsumsi daging dan PAH lainnya demi kesehatan bumi. Hal ini didasarkan pada argumen bahwa emisi gas rumah kaca yang lebih tinggi atau kebutuhan lahan dan air yang lebih tinggi untuk produksi daging sapi dan PAH lainnya dibandingkan dengan produksi PAN (Clune *et al.*, 2017).

Estimasi tersebut didasarkan pada estimasi emisi atau penggunaan lahan atau air berdasarkan berat makanan atau luas area yang diperlukan. Hal tersebut tidak memperhitungkan kontribusi zat gizi makro dan mikro dari

PAH yang sangat penting dibandingkan PAN, dan potensi dampaknya terhadap kognisi pada anak-anak. Jika dinyatakan per unit kepadatan nutrisi dan bukan berat, dampak PAH terhadap lingkungan lebih kecil dibandingkan dengan biji-bijian olahan, utuh, atau yang tidak dimurnikan (Beal, 2021).

Selain itu, jika dinyatakan dalam satuan kualitas protein (seperti lisin yang dapat dicerna) dan bukan berat, sebagian besar PAH memiliki persyaratan produksi emisi lahan atau air dan emisi gas rumah kaca yang sebanding atau bahkan lebih rendah dibandingkan gandum atau beras (Moughan, 2021). Secara kolektif, temuan-temuan ini memperkuat pentingnya meningkatkan keterjangkauan dan aksesibilitas daging untuk memastikan bahwa daging dapat dimasukkan sebagai bagian dari strategi pengayaan dan diversifikasi pangan yang berkelanjutan, khususnya di negara-negara berkembang dan berkembang pesat (LMIC).

Di negara-negara barat, konsumsi daging dan PAH lainnya dalam jumlah yang moderat atau sedang juga dapat digunakan untuk mendiversifikasi pola makan atau *diet*. Hal ini terutama di negara-negara yang kekurangan pangan karena pola makan yang tidak terdiversifikasi.

Akses dan Keterjangkauan Daging

Terlepas dari keunikan dan manfaat PAH, konsumsi daging sangat bervariasi di seluruh dunia. Hal ini karena rendahnya ketersediaan dan keterjangkauannya. Selain itu juga karena berbagai faktor sosial budaya lainnya, termasuk agama dan kasta yang mempengaruhi tingkat konsumsi daging (Betru dan Kawashima, 2009). Empat negara dengan rata-rata konsumsi daging per kapita tahunan terbawah yakni Sudan, India, Bangladesh, dan Ethiopia. Mereka tingkat konsumsi dagingnya sekitar 97% lebih rendah dibandingkan di 4 negara teratas (Brasil, Uruguay, Australia, dan Amerika Serikat). Tingkat konsumsi daging yang rendah di 4 negara tersebut sebagian besar disebabkan oleh rendahnya keterjangkauan daging (Adesogan *et al.*, 2020).

Oleh karena itu, jika dipertimbangkan berdasarkan biaya per unit nutrisi yang tersedia, suplementasi daging dan PAH lainnya sulit untuk dibenarkan dalam kasus-kasus tertentu. Namun, jika dipertimbangkan berdasarkan biaya per unit kandungan nutrisi yang tersedia secara hayati atau biaya per unit lisin yang dipasok (asam amino esensial penting yang terbatas pada beberapa pola makan dasar di negara-negara LMIC), pentingnya dan keuntungannya dari suplementasi daging atau PAH lainnya menjadi jelas dan sangat berarti.

Sebagian besar sistem pelabelan makanan hanya memperhitungkan kandungan nutrisi dan bukan bioaksesibilitas atau bioavailabilitas. Oleh karenanya, biaya suatu jenis makanan per unit nutrisi yang tersedia

secara hayati jarang disebutkan. Hal ini penting dalam wacana atau isu yang populer dan kebijakan tentang manfaat dan tantangan konsumsi dan produksi PAH. Konsumsi daging dan PAH lainnya sangat terkait dengan perkembangan kognisi pada anak balita. Hal ini adalah yang sangat penting untuk mengubah situasi saat ini.

PENUTUP

Simpulan

Makalah ini telah menjelaskan sifat unik dan kontribusi zat gizi makro dan mikro dalam daging untuk kesehatan anak-anak dan untuk mencegah *stunting*. Tinjauan pustaka hasil penelitian yang ada menunjukkan bahwa pencegahan *stunting* dan peningkatan kognisi anak dapat dilakukan melalui peningkatan konsumsi daging. Pelatihan pengolahan daging bagi ibu rumah tangga perlu digalakkan oleh pemerintah agar konsumsi berbagai olahan daging keluarga meningkat. Hal ini terutama bagi rumah tangga dengan keberadaan ibu hamil dan balita. Prioritasnya di daerah dengan angka *stunting* yang masih tinggi.

Saran

Diperlukan penelitian tentang intervensi prospektif dan acak terkontrol berskala lebih besar yang mampu mengendalikan faktor perancu atau *error* berupa genetik, kesehatan, lingkungan, dan sosial dalam penelitian hubungan antara konsumsi daging dan fungsi kognitif pada anak-anak. Selain itu, diperlukan lebih banyak penelitian yang meneliti dampak konsumsi daging pada waktu tertentu dan seumur hidup terhadap kognisi anak-anak. Laporan penelitian internasional terindeks yang telah diulas sebagian besar berasal dari penelitian jangka pendek pada anak kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Adesogan, A. T., A. H. Havelaar, S. L. McKune, M. Eilittä, and G. E. Dahl. 2020. Animal source foods: Sustainability problem or malnutrition and sustainability solution? Perspective matters. *Global Food Security*. 25:100325. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100325>.
- Alam, M. A., S. A. Richard, S. M. Fahim, M. Mahfuz, B. Nahar, S. Das, B. Shrestha, B. Koshy, E. Mduma, J. C. Seidman, and L. E. Murray-Kolb. 2020. Impact of early-onset persistent *stunting* on cognitive development at 5 years of age: Results from a multi-country cohort study. *PloS One*. 15:e0227839. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227839>.
- Andrade, J. E., A. N. M. A. Ali, R. Chowdhury, B. Crost, V. Hoffmann, S. Mustafa, and N. A. Shaima. 2021. Rice fortification in Bangladesh: Technical feasibility and regulatory requirement for introducing rice fortification in public modern storage/distribution of fortified rice through PFDS channels. IFPRP Working Paper 10. International Food Policy Research Institute, Washington, DC.
- Balehegn, M., Laborde, J. E. A., McKune, S. L., & Adesogan, A. T. (2023). The importance of meat for cognitive development. *Meat and Muscle Biology*, 5(3).
- Beal, T. 2021. Achieving dietary micronutrient adequacy in a finite world. *One Earth*. 4:1197–1200. doi: <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.08.019>.
- Bentsen, H. 2017. Dietary polyunsaturated fatty acids, brain function and mental health. *Microb. Ecol. Health D.* 28:1281916. doi: <https://doi.org/10.1080/16512235.2017.1281916>.
- Betru, S., and H. Kawashima. 2009. Pattern and determinants of meat consumption in urban and rural Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*. 21(9/143).
- Black, R. E., C. G. Victora, S. P. Walker, Z. A. Bhutta, P. Christian, M. M. De Onis, M. Ezzati, S. Grantham-McGregor, J. Katz, R. Martorell, and R. Uauy. 2013. Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. *Lancet*. 382:427–451. doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)60937-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60937-X).
- Branca, F., and M. Ferrari. 2002. Impact of micronutrient deficiencies on growth: The *stunting* syndrome. *Ann. Nutr. Metab.* 46:8–17. doi: <https://doi.org/10.1159/000066397>.
- Chan, D. S., R. Lau, D. Aune, R. Vieira, D. C. Greenwood, E. Kampman, and T. Norat. 2011. Red and processed meat and colorectal cancer incidence: Meta-analysis of prospective studies. *PloS One*. 6:e20456. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0020456>.
- Clune, S., E. Crossin, and K. Verghese. 2017. Systematic review of greenhouse gas emissions for different fresh food categories. *J. Clean Prod.* 140:766–783. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.082>.
- Cofnas, N. 2019. Is vegetarianism healthy for children? *Crit. Rev. Food Sci.* 59:2052–2060. doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1437024>.
- Corley, J., S. R. Cox, A. M. Taylor, M. V. Hernandez, S. M. Maniega, L. Ballerini, S. Wiseman, R. Meijboom, E. V. Backhouse, M. E. Bastin, and J. M. Wardlaw. 2020. Dietary patterns, cognitive function, and structural neuroimaging measures of brain aging. *Exp. Gerontol.* 142:111117. doi: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2020.111117>.
- Crawford, M. A. 1970. Comparative studies on fatty acid composition meats of wild and domestic. *Int. J. Biochem.* 295–305. doi: [https://doi.org/10.1016/0020-711X\(70\)90072-8](https://doi.org/10.1016/0020-711X(70)90072-8).

- Crookston, B. T., K. A. Dearden, S. C. Alder, C. A. Porucznik, J. B. Stanford, R. M. Merrill, and M. E. Penny. 2011. Impact of early and concurrent *stunting* on cognition. *Matern. Child Nutr.* 7:397–409. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1740-8709.2010.00255.x>.
- Dary, O., and R. Hurrell. 2006. *Guidelines on food fortification with micronutrients*. World Health Organization, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Geneva, Switzerland. pp. 3–37.
- De Onis, M., and F. Branca. 2016. Childhood *stunting*: A global perspective. *Matern. Child Nutr.* 12:12–26. doi: <https://doi.org/10.1111/mcn.12231>.
- De Onis, M., M. Blössner, and E. Borghi. 2012. Prevalence and trends of *stunting* among pre-school children, 1990–2020. *Public Health Nutr.* 15:142–148. doi: <https://doi.org/10.1017/S1368980011001315>.
- Derbyshire, E. 2017. Associations between red meat intakes and the micronutrient intake and status of UK females: A secondary analysis of the UK National Diet and Nutrition Survey. *Nutrients*. 9:768. doi: <https://doi.org/10.3390/nu9070768>.
- De Smet, S., and E. Vossen. 2016. Meat: The balance between nutrition and health. A review. *Meat Sci.* 120:145–156. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.008>.
- Dyall, S. C. 2015. Long-chain omega-3 fatty acids and the brain: A review of the independent and shared effects of EPA, DPA and DHA. *Front. Aging Neurosci.* 7:52. doi: <https://doi.org/10.3389/fnagi.2015.00052>.
- Ekabe, C. J., J. Kehbila, M. H. Abanda, B. M. Kadia, C. B. Sama, and G. L. Monekosso. 2017. Vitamin B12 deficiency neuropathy; a rare diagnosis in young adults: A case report. *BMC Research Notes*. 10:1–4. doi: <https://doi.org/10.1186/s13104-017-2393-3>.
- Engelmann, M. D. M., B. Sandström, and K. F. Michaelsen. 1998. Meat intake and iron status in late infancy: An intervention study. *J. Pediatr. Gastr. Nutr.* 26:26–33. doi: <https://doi.org/10.1097/00005176-199801000-00005>.
- Ertl, P., W. Knaus, and W. Zollitsch. 2016. An approach to including protein quality when assessing the net contribution of livestock to human food supply. *Animal*. 10:1883–1889. doi: <https://doi.org/10.1017/S1751731116000902>.
- Ferguson, L. R. 2010. Meat and cancer. *Meat Sci.* 84:308–313. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.06.032>.
- Galasso, E., A. Wagstaff, S. Naudeau, and M. Shekar. 2016. The economic costs of *stunting* and how to reduce them. *Policy Research Note*, World Bank, Washington, DC. <https://www.worldbank.org/en/research/brief/policy-research-note-no5-the-economic-costs-of-stunting-and-how-to-reduce-them>. (Accessed 29 July 2021).
- Gibson, R. S., V. Raboy, and J. C. King. 2018. Implications of phytate in plant-based foods for iron and zinc bioavailability, setting dietary requirements, and formulating programs and policies. *Nutr. Rev.* 76:793–804. doi: <https://doi.org/10.1093/nutrit/nyy028>.
- Givens, D. I. 2017. Saturated fats, dairy foods and health: A curious paradox? *Nutrition Bulletin*. 42:274–282. doi: <https://doi.org/10.1111/nbu.12283>.
- Givens, D. I., K. E. Kliem, and R. A. Gibbs. 2006. The role of meat as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids in the human diet. *Meat Sci.* 74:209–218. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.008>.
- Gupta, S. 2016. Brain food: Clever eating. *Nature*. 531:S12–S13. doi: <https://doi.org/10.1038/531S12a>.
- Haapala, E. A., A.-M. Eloranta, T. Venäläinen, U. Schwab, V. Lindi, and T. A. Lakka. 2015. Associations of diet quality with cognition in children—the Physical Activity and Nutrition in Children Study. *Brit. J. Nutr.* 114:1080–1087. doi: <https://doi.org/10.1017/S0007114515001634>.
- Hadley, K., A. Ryan, S. Forsyth, S. Gautier, and N. Salem. 2016. The essentiality of arachidonic acid in infant development. *Nutrients*. 8:216. doi: <https://doi.org/10.3390/nu8040216>.
- Haurant S. 2011. French government ‘banning vegetarianism’ in school canteens. The Guardian. <https://www.theguardian.com/lifeandstyle/wordofmouth/2011/oct/26/french-government-banning-vegetarianism-schools>. (Published 26 October 2011; Accessed 28 July 2021).
- Herbert, V. 1988. Vitamin B-12: Plant sources, requirements, and assay. *Am. J. Clin. Nutr.* 48:852–858. doi: <https://doi.org/10.1093/ajcn/48.3.852>.
- Heys, M., C. Jiang, C. M. Schooling, W. Zhang, K. K. Cheng, T. H. Lam, and G. M. Leung. 2010. Is childhood meat eating associated with better later adulthood cognition in a developing population? *Eur. J. Epidemiol.* 25:507–516. doi: <https://doi.org/10.1007/s10654-010-9466-0>.
- Hoang, V.-N., S. Nghiem, and X.-B. Vu. 2019. *Stunting* and academic achievement among Vietnamese children: New evidence from the young lives survey. *Appl. Econ.* 51:2001–2009. doi: <https://doi.org/10.1080/00036846.2018.1537476>.
- Hoffman, J. R., and M. J. Falvo. 2004. Protein—Which is best? *J. Sport. Sci. Med.* 3:118–130.
- Hulett, J. L., R. E. Weiss, N. O. Bwibo, O. M. Galal, N. Drorbaugh, and C. G. Neumann. 2014. Animal source foods have a positive impact on the primary school test scores of Kenyan schoolchildren in a cluster-randomised, controlled feeding intervention trial. *Brit. J. Nutr.* 111:875–886. doi: <https://doi.org/10.1017/S0007114513003310>.

- Jalla, S., M. E. Steirn, L. V. Miller, and N. E. Krebs. 1998. Comparison of zinc absorption from beef vs iron fortified rice cereal in breast-fed infants. *FASEB J.* 12:A346–A346.
- Jirout, J., J. LoCasale-Crouch, K. Turnbull, Y. Gu, M. Cubides, S. Garziona, T. M. Evans, A. L. Weltman, and S. Kranz. 2019. How lifestyle factors affect cognitive and executive function and the ability to learn in children. *Nutrients.* 11:1953. doi: <https://doi.org/10.3390/nu11081953>.
- Kakwangire, P., C. Moss, N. Matovu, P. Atukunda, A. C. Westerberg, P. O. Iversen, and G. Muhoozi. 2021. The association between dietary diversity and development among children under 24 months in rural Uganda: Analysis of a cluster-randomised maternal education trial. *Public Health Nutr.* 1–23. doi: <https://doi.org/10.1017/S136898002100077X>.
- KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA.** <https://www.kemkes.go.id/index.php?txtKEYWORD=STUNTING&ACT=SEARCH-BY-MAP&PGNUMBER=0&CHARINDEX=&STRUCID=1280&FULLCONTENT=1&C-ALL=1>
- Khanna, P., V. K. Chattu, and B. T. Aeri. 2019. Nutritional aspects of depression in adolescents-a systematic review. *International Journal of Preventive Medicine.* 10:42. doi: https://doi.org/10.4103/ijpvm.IJPVM_400_18.
- Khee, L., S. R. Kek, C. Qiaolin, R. E. Weiss, C. A. Sugar, G. Ettyang, J. Ernst, G. Samari, and C. G. Neumann. 2017. Effects of biscuit-type feeding supplementation on the neurocognitive outcomes of HIV-affected school-age children: A randomized, double-blind, controlled intervention trial in Kenya. *Family Medicine and Community Health.* 5:245–258. doi: <https://doi.org/10.15212/FMCH.2017.0130>.
- Klurfeld, D. M. 2018. What is the role of meat in a healthy diet? *Animal Frontiers.* 8:5–10. doi: <https://doi.org/10.1093/af/vfy009>.
- Krebs, N. F. 2000. Dietary zinc and iron sources, physical growth and cognitive development of breastfed infants. *J. Nutr.* 130:358S–360S. doi: <https://doi.org/10.1093/jn/130.2.358S>.
- Krebs, N. F., M. Mazariegos, A. Tshefu, C. Bose, N. Sami, E. Chomba, W. Carlo, N. Goco, M. Kindem, L. L. Wright, and K. M. Hambidge; Complementary Feeding Study Group. 2011. Meat consumption is associated with less *stunting* among toddlers in four diverse low-income settings. *Food Nutr. Bull.* 32:185–191. doi: <https://doi.org/10.1177/156482651103200301>.
- Lartey, A. 2015. What would it take to prevent stunted growth in children in sub-Saharan Africa? *P. Nutr. Soc.* 74:449–453. doi: <https://doi.org/10.1017/S0029665115001688>.
- Lauringson, V., G. Veldre, and P. Hõrak. 2020. Adolescent cranial volume as a sensitive marker of parental investment: The role of non-material resources? *Front. Psychol.* 11:3624. doi: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.602401>.
- Lawrie, R. A., and D. A. Ledward. 2014. *Lawrie's meat science*. Woodhead Publishing, Sawston, UK.
- Livni, E. 2019. Making your kids go vegan can mean jail time in Belgium. Quartz. <https://qz.com/1622642/making-your-kids-go-vegan-can-mean-jail-time-in-belgium/>. (Published 18 May 2019; Accessed 28 July 2021).
- Louwman, M. W. J., M. van Dusseldorp, F. J. R. van de Vijver, C. M. G. Thomas, J. Schneede, P. M. Ueland, H. Refsum, and W. A. van Staveren. 2000. Signs of impaired cognitive function in adolescents with marginal cobalamin status. *Am J. Clin. Nutr.* 72:762–769. doi: <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.3.762>.
- Lövblad, K.-O., G. Ramelli, L. Remonda, A. C. Nirkko, C. Ozdoba, and G. Schroth. 1997. Retardation of myelination due to dietary vitamin B 12 deficiency: Cranial MRI findings. *Pediatr. Radiol.* 27:155–158. doi: <https://doi.org/10.1007/s002470050090>.
- Malouf, R., and A. A. Sastre. 2003. Vitamin B12 for cognition. *Cochrane Db. Syst. Rev.* 2003:CD004394. doi: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004326>.
- Maluccio, J. A., J. Hoddinott, J. R. Behrman, R. Martorell, A. R. Quisumbing, and A. D. Stein. 2009. The impact of improving nutrition during early childhood on education among Guatemalan adults. *Econ. J.* 119:734–763. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2009.02220.x>.
- McNeill, S., and M. E. Van Elswyk. 2012. Red meat in global nutrition. *Meat Sci.* 92:166–173. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.03.014>.
- Micha, R., and D. Mozaffarian. 2010. Saturated fat and cardiometabolic risk factors, coronary heart disease, stroke, and diabetes: A fresh look at the evidence. *Lipids.* 45:893–905. doi: <https://doi.org/10.1007/s11745-010-3393-4>.
- Micha, R., S. K. Wallace, and D. Mozaffarian. 2010. Red and processed meat consumption and risk of incident coronary heart disease, stroke, and diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Circulation.* 121:2271–2283. doi: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.924977>.
- Michaelsen, K. F., N. Milman, and G. Samuelson. 1995. A longitudinal study of iron status in healthy Danish infants: Effects of early iron status, growth velocity and dietary factors. *Acta Paediatr.* 84:1035–1044. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.1995.tb138212.x>.
- Miller, L. C., N. Joshi, M. Lohani, R. Singh, N. Bhatta, B. Rogers, J. K. Griffiths, S. Ghosh, S. Mahato, P. Singh,

- and P. Webb. 2016. Head growth of undernourished children in rural Nepal: Association with demographics, health and diet. *Paediatr. Int. Child H.* 36:91–101. doi: <https://doi.org/10.1080/20469047.2015.1133517>.
- Miller, L. C., S. Neupane, N. Joshi, M. Lohani, and A. Thorne-Lyman. 2021. Child diet and household characteristics relate differently to child development at the beginning and the end of the second “1000 days” in rural Nepal. *Food Nutr. Bull.* 42:36–54. doi: <https://doi.org/10.1177/0379572120987976>.
- Mofrad, M. D., H. Mozaffari, A. Sheikhi, B. Zamani, and L. Azadbakht. 2021. The association of red meat consumption and mental health in women: A cross-sectional study. *Complement. Ther. Med.* 56:102588. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2020.102588>.
- Morgan, J., A. Taylor, and M. Fewtrell. 2004. Meat consumption is positively associated with psychomotor outcome in children up to 24 months of age. *J. Pediatr. Gastr. Nutr.* 39:493–498. doi: <https://doi.org/10.1097/00005176-200411000-00009>.
- Morini, M. 2018. ‘Animals first!’ The rise of animal advocacy parties in the EU: A new party family. *Contemp. Polit.* 24:418–435. doi: <https://doi.org/10.1080/13569775.2018.1434450>.
- Moughan, P. J. 2021. Population protein intakes and food sustainability indices: The metrics matter. *Global Food Security.* 29:100548. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100548>.
- Muthayya, S., J. H. Rah, J. D. Sugimoto, F. F. Roos, K. Kraemer, and R. E. Black. 2013. The global hidden hunger indices and maps: an advocacy tool for action. *PloS One.* 8:e67860. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0067860>.
- Nadeau, B. Z. 2016. Italy may outlaw veganism for kids. *Daily Beast.* Aug. 16, 2016. <https://www.thedailybeast.com/italy-may-outlaw-veganism-for-kids>. (Published 16 August 2016; Accessed 28 July 2021).
- Nave, G., W. H. Jung, R. Karlsson Linnér, J. W. Kable, and P. D. Koellinger. 2019. Are bigger brains smarter? Evidence from a large-scale preregistered study. *Psychol. Sci.* 30:43–54. doi: <https://doi.org/10.1177/0956797618808470>.
- Nettleton, J. A., I. A. Brouwer, J. M. Geleijnse, and G. Hornstra. 2017. Saturated fat consumption and risk of coronary heart disease and ischemic stroke: A science update. *Ann. Nutr. Metab.* 70:26–33. doi: <https://doi.org/10.1159/000455681>.
- Neumann, C. G., N. O. Bwibo, S. P. Murphy, M. Sigman, S. Whaley, L. H. Allen, D. Guthrie, R. E. Weiss, and M. W. Demment. 2003. Animal source foods improve dietary quality, micronutrient status, growth and cognitive function in Kenyan school children: Background, study design and baseline findings. *J. Nutr.* 133:3941S–3949S. doi: <https://doi.org/10.1093/jn/133.11.3941S>.
- Neumann, C. G., S. P. Murphy, C. Gewa, M. Grillenberger, and N. O. Bwibo. 2007. Meat supplementation improves growth, cognitive, and behavioral outcomes in Kenyan children. *J. Nutr.* 137:1119–1123. doi: <https://doi.org/10.1093/jn/137.4.1119>.
- Nohr, D., and H. K. Biesalski. 2007. ‘Mealthy’ food: Meat as a healthy and valuable source of micronutrients. *Animal.* 1:309–316. doi: <https://doi.org/10.1017/S1751731107657796>.
- Omuemu, V. O., and E. O. Ogboghodo. 2020. Nutritional factors and academic performance of primary school children in an urban city in Southern Nigeria. *Journal of Health and Medical Sciences.* 3(3). doi: <https://doi.org/10.31014/aior.1994.03.03.126>.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). 2018. Meat consumption (indicator). <https://data.oecd.org/agroutput/meat-consumption>. <https://data.oecd.org/agroutput/meat-consumption.htm>. (Accessed 7 July 2023).
- Perumal, N., D. G. Bassani, and D. E. Roth. 2018. Use and misuse of *stunting* as a measure of child health. *J. Nutr.* 148:311–315. doi: <https://doi.org/10.1093/jn/nxx064>.
- Pitkin, R. M., L. H. Allen, L. B. Bailey, and M. Bernfield. 2000. Dietary reference intakes for thiamin, riboflavin, niacin, vitamin b6, folate, vitamin b12, pantothenic acid, biotin and choline. The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Washington, DC.
- Prado, E. L., S. Abbeddou, S. Adu-Afarwuah, M. Arimond, P. Ashorn, U. Ashorn, K. H. Brown, S. Y. Hess, A. Lartey, K. Maleta and E. Ocansey. 2016. Linear growth and child development in Burkina Faso, Ghana, and Malawi. *Pediatrics.* 138:e20154698. doi: <https://doi.org/10.1542/peds.2015-4698>.
- Rae, C., A. L. Digney, S. R. McEwan, and T. C. Bates. 2003. Oral creatine monohydrate supplementation improves brain performance: A double-blind, placebo-controlled, cross-over trial. *P. Roy. Soc. Lond. B. Bio.* 270:2147–2150. doi: <https://doi.org/10.1098/rspb.2003.2492>.
- Richter, M., A. Kroke, D. Grünewald-Funk, H. Heseker, K. Virmani, B. Watzl. 2020. Update to the position of the German Nutrition Society on vegan diets in population groups with special nutritional requirements. *Ernährungs Umschau. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE).*
- Rizzo, G., A. S. Laganà, A. M. C. Rapisarda, L. Ferrera, G. M. Grazia, M. Buscema, P. Rossetti, A. Nigro, V. Muscia, G. Valenti, and F. Sapia. 2016. Vitamin B12 among vegetarians: Status, assessment and

- supplementation. *Nutrients*. 8:767. doi: <https://doi.org/10.3390/nu8120767>.
- Ruiz, J. D. C., J. J. Quackenboss, and N. S. Tulve. 2016. Contributions of a child's built, natural, and social environments to their general cognitive ability: A systematic scoping review. *PloS One*. 11:e0147741. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147741>.
- Samuels, G. 2016. Italian parents who force vegan diets on children face jail time under new law. The Independent. <https://www.independent.co.uk/news/world/europe/italy-vegan-law-parents-force-diet-children-face-jail-a7180206.html>. (Published 9 August 2016; Accessed 7 July 2021).
- Santarelli, R. L., F. Pierre, and D. E. Corpet. 2008. Processed meat and colorectal cancer: A review of epidemiologic and experimental evidence. *Nutr. Cancer*. 60:131–144. doi: <https://doi.org/10.1080/01635580701684872>.
- Satherley, D. 2019. Belgium will 'no longer tolerate' parents who force their kids to be vegan. News Hub. <https://www.newshub.co.nz/home/lifestyle/2019/05/belgium-will-no-longer-tolerate-parents-who-force-their-kids-to-be-vegan.html>. (Published 17 May 2019; 23 September 2022).
- Sheng, X., J. Wang, F. Li, F. Ouyang, and J. Ma. 2019. Effects of dietary intervention on vitamin B 12 status and cognitive level of 18-month-old toddlers in high-poverty areas: A cluster-randomized controlled trial. *BMC Pediatr*. 19:1–9. doi: <https://doi.org/10.1186/s12887-019-1716-z>.
- Singh, M., S. Pande, and S. Battu. 2011. Medicinal uses of L-lysine: Past and future. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*. Vol. 2. <http://scopeindex.org/handle/sc/223>. (Accessed 24 August 2021).
- Smithers, L. G., R. K. Golley, M. N. Mittinty, L. Brazionis, K. Northstone, P. Emmett, and J. W. Lynch. 2012. Dietary patterns at 6, 15 and 24 months of age are associated with IQ at 8 years of age. *Eur. J. Epidemiol*. 27:525–535. doi: <https://doi.org/10.1007/s10654-012-9715-5>.
- Sobiecki, J. G., P. N. Appleby, K. E. Bradbury, and T. J. Key. 2016. High compliance with dietary recommendations in a cohort of meat eaters, fish eaters, vegetarians, and vegans: Results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition–Oxford study. *Nutr. Res*. 36:464–477. doi: <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2015.12.016>.
- Socha, D. S., S. I. DeSouza, A. Flagg, M. Sekeres, and H. J. Rogers. 2020. Severe megaloblastic anemia: Vitamin deficiency and other causes. *Clev. Clin J. Med*. 87:153–164. doi: <https://doi.org/10.3949/ccjm.87a.19072>.
- Stockman, I. J. 2000. The new Peabody Picture Vocabulary Test—III: An illusion of unbiased assessment? *Lang. Speech Hear. Ser*. 31:340–353. doi: <https://doi.org/10.1044/0161-1461.3104.340>.
- Tarnowski, C. 2013. Preventing and treating an iron deficiency. My Sport Science website. <https://www.mysportscience.com/post/preventing-and-treating-iron-deficiency>. (Accessed 28 July 2023).
- Theron, M., A. Amissah, I. C. Kleynhans, E. Albertse, and U. E. MacIntyre. 2007. Inadequate dietary intake is not the cause of stunting amongst young children living in an informal settlement in Gauteng and rural Limpopo Province in South Africa: The NutriGro study. *Public Health Nutr*. 10(4), 379–389. doi: <https://doi.org/10.1017/S1368980007246579>.
- UNICEF. 2013. *Improving child nutrition: The achievable imperative for global progress*. United Nations Children's Fund, New York.
- UNICEF. 2019. The state of the world's children 2019: Children, food, and nutrition: Growing well in a changing world. UNICEF Flagship Report. <https://www.unicef.org/reports/state-of-worlds-children-2019> (Accessed 29 July 2023).
- UNICEF-WHO-World Bank. 2017. *Joint child malnutrition estimates–2017 edition*. UNICEF/WHO/World Bank Group. <https://data.unicef.org/resources/joint-child-malnutrition-estimates-2017-edition/> (Accessed 19 July 2023).
- USDA. 2021. FoodData Central. <https://fdc.nal.usda.gov/index.html> (Accessed 19 July 2023).
- Valge, M., R. Meitern, and P. Hörak. 2019. Morphometric traits predict educational attainment independently of socioeconomic background. *BMC Public Health*. 19:1–11. doi: <https://doi.org/10.1186/s12889-019-8072-7>.
- Vang, A., P. N. Singh, J. W. Lee, E. H. Haddad, and C. H. Brinegar. 2008. Meats, processed meats, obesity, weight gain and occurrence of diabetes among adults: Findings from Adventist Health Studies. *Ann. Nutr. Metab*. 52:96–104. doi: <https://doi.org/10.1159/000121365>.
- Wang, Y., and M. A. Beydoun. 2009. Meat consumption is associated with obesity and central obesity among US adults. *Int. J. Obesity*. 33:621–628. doi: <https://doi.org/10.1038/ijo.2009.45>.
- Wang, T., X. Fu, Q. Chen, J. K. Patra, D. Wang, Z. Wang, and Z. Gai. 2019. Arachidonic acid metabolism and kidney inflammation. *Int. J. Mol. Sci*. 20:3683. doi: <https://doi.org/10.3390/ijms20153683>.
- Watanabe, F., Y. Yabuta, T. Bito, and F. Teng. 2014. Vitamin B12-containing plant food sources for vegetarians. *Nutrients*. 6:1861–1873. doi: <https://doi.org/10.3390/nu6051861>.

- Whaley, S. E., M. Sigman, C. Neumann, N. Bwibo, D. Guthrie, R. E. Weiss, S. Alber, and S. P. Murphy. 2003. The impact of dietary intervention on the cognitive development of Kenyan school children. *J. Nutr.* 133:3965S–3971S. doi: <https://doi.org/10.1093/jn/133.11.3965S>.
- Woldehanna, T., J. R. Behrman, and M. W. Araya. 2017. The effect of early childhood *stunting* on children's cognitive achievements: Evidence from young lives Ethiopia. *Ethiop. J. Health Dev.* 31:75–84.
- WHO. 2014. Global nutrition targets 2025: *Stunting* policy brief. *World Health Organization (WHO)*. <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/665587/retrieve> (Accessed 28 July 2023).
- WHO. 2021. *Anemia*. *World Health Organization (WHO)*. https://www.who.int/health-topics/anaemia#tab=tab_1 (Accessed 7 July 2023).