

Maternal Nutrition and the Risk of ADHD in Children Gizi Ibu dan Risiko

ADHD pada Anak

Berlian Eka Putri¹, Delva Yunara Futri², Desri Amanda Putri³

^{1,2,3}Universitas Negeri Padang

E-mail: berlianekaputri8@gmail.com, delvayunarafutri@gmail.com, amandaputridesri@gmail.com

ABSTRAK

Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) adalah gangguan perkembangan saraf dengan prevalensi yang meningkat pada populasi anak. Studi terbaru menunjukkan bahwa faktor prenatal, termasuk status gizi ibu selama kehamilan, memainkan peran penting dalam membentuk perkembangan otak janin. Isu utama adalah kurangnya kesimpulan yang jelas mengenai bagaimana kualitas diet ibu, pola makan, dan kecukupan nutrisi berkontribusi terhadap risiko ADHD pada anak. Oleh karena itu, tujuan tinjauan literatur sistematis ini adalah untuk menganalisis hubungan antara nutrisi ibu dan risiko ADHD pada anak dengan meninjau temuan dari sepuluh artikel internasional terkemuka dan dua artikel pendukung untuk membangun dasar teoritis dan konteks epidemiologis. Studi ini menggunakan tinjauan literatur sistematis dan pendekatan bibliometrik berdasarkan protokol PRISMA 2020. Proses pencarian dilakukan di basis data Scopus, PubMed, dan ScienceDirect menggunakan kata kunci yang terkait dengan nutrisi ibu, diet prenatal, perkembangan saraf, ADHD, dan kehamilan. Artikel yang dipilih memenuhi kriteria inklusi, yaitu penelitian empiris atau ulasan yang membahas nutrisi ibu selama kehamilan dan hasil ADHD pada anak. Proses seleksi menghasilkan 12 artikel yang dianalisis secara tematik dan bibliometrik.

Hasil tinjauan menunjukkan hubungan yang konsisten antara pola makan tidak sehat pada ibu hamil, seperti diet tinggi lemak dan gula, rendah serat, kualitas diet yang buruk, dan kekurangan mikronutrien, dengan peningkatan risiko ADHD pada anak. Mekanisme yang diusulkan terkait dengan peradangan, disregulasi metabolisme, perubahan mikrobiota, dan modulasi epigenetik. Studi ini menekankan pentingnya nutrisi ibu yang memadai sebagai upaya promosi untuk mencegah risiko gangguan perkembangan saraf pada anak.

Kata Kunci; *nutrisi ibu; kehamilan; ADHD; perkembangan anak*

ABSTRACT

Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) is a neurodevelopmental disorder with a growing prevalence in the pediatric population. Recent studies have shown that prenatal factors, including maternal nutritional status during pregnancy, play a crucial role in shaping fetal brain development. A key issue is the lack of clear conclusions regarding how maternal diet quality, eating patterns, and nutrient adequacy contribute to the risk of ADHD in children. Therefore, the purpose of this systematic literature review is to analyze the relationship between maternal nutrition and the risk of ADHD in offspring by reviewing findings from ten reputable international articles and two supporting articles to establish a theoretical basis and epidemiological context. This study used a systematic literature review and bibliometric approach based on the PRISMA 2020 protocol. The search process was conducted in Scopus, PubMed, and ScienceDirect databases using keywords related to maternal nutrition, prenatal diet, neurodevelopment, ADHD, and pregnancy. Selected articles met the inclusion criteria, namely empirical research or reviews discussing maternal nutrition during pregnancy and ADHD outcomes in children. The selection process resulted in 12 articles that were analyzed thematically and bibliometrically.

The review results show a consistent association between unhealthy dietary patterns in pregnant women, such as diets high in fat and sugar, low in fiber, poor diet quality, and micronutrient deficiencies, and an increased risk of ADHD in children. Proposed mechanisms are related to inflammation, metabolic dysregulation, changes in the microbiota, and epigenetic modulation. This study emphasizes the importance of adequate maternal nutrition as a promotional effort to prevent the risk of neurodevelopmental disorders in children.

Kata Kunci; *maternal nutrition; pregnancy; ADHD; child development*

PENDAHULUAN

Attention Deficit Hyperactivity Disorder atau ADHD merupakan salah satu gangguan perkembangan saraf yang paling banyak ditemukan pada anak. Gangguan ini ditandai oleh kesulitan memusatkan perhatian, perilaku impulsif, serta hiperaktivitas yang tidak sesuai dengan tahap perkembangan. Kondisi ini tidak hanya berdampak pada fungsi akademik dan sosial anak tetapi juga menimbulkan beban sosial ekonomi bagi keluarga dan masyarakat (Marlina & Kusumastuti, 2019). Selama ini, ADHD dipahami sebagai hasil interaksi kompleks antara faktor genetik dan lingkungan. Meskipun faktor genetik berperan kuat, semakin banyak penelitian menunjukkan bahwa faktor prenatal seperti paparan toksin, stres ibu, dan terutama status gizi maternal memiliki kontribusi signifikan dalam memengaruhi risiko gangguan neurodevelopmental (Brantsaeter et al., 2024). Periode kehamilan merupakan fase yang sangat sensitif karena perkembangan otak janin berlangsung secara cepat, sehingga kekurangan nutrisi, pola makan tidak sehat, maupun ketidakseimbangan zat gizi tertentu dapat menyebabkan perubahan permanen pada struktur dan fungsi otak (Olsen et al., 2025).

Dalam beberapa tahun terakhir, muncul bukti kuat mengenai hubungan antara pola makan ibu hamil dan risiko ADHD pada anak. Pola makan Western diet yang tinggi gula, garam, dan lemak jenuh dikaitkan dengan peningkatan risiko ADHD. Sebaliknya, konsumsi makanan kaya nutrisi seperti serat, buah, sayur, asam lemak omega-3, dan vitamin tertentu cenderung berhubungan dengan risiko yang lebih rendah (van den Dries et al., 2023). Mekanisme yang diduga berperan antara lain peningkatan peradangan sistemik, perubahan microbiota usus, stres oksidatif, gangguan metabolisme glukosa, serta perubahan epigenetik yang memengaruhi perkembangan saraf. Meskipun terdapat sejumlah penelitian yang menunjukkan hubungan tersebut, temuan yang ada masih beragam dan belum dirangkum secara sistematis. Beberapa studi menemukan hubungan yang kuat, sementara penelitian lainnya menunjukkan hubungan yang lebih lemah atau tidak signifikan setelah mempertimbangkan faktor perancu seperti pendidikan ibu, status sosial ekonomi, maupun kebiasaan merokok (Hansen et al., 2022). Oleh karena itu, dibutuhkan systematic review yang dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai bagaimana gizi maternal memengaruhi risiko ADHD pada keturunan.

Kajian ini bertujuan untuk menyintesis temuan penelitian terbaru mengenai hubungan gizi ibu hamil dengan risiko ADHD pada anak. Selain itu, artikel ini juga menyertakan pendekatan bibliometrik untuk melihat tren penelitian, produksi ilmiah per negara, serta penulis dan institusi yang paling berkontribusi dalam topik ini (Olsen et al., 2025; Brantsaeter et al., 2024). Dengan demikian, hasil kajian ini tidak hanya memberikan wawasan ilmiah tetapi juga menawarkan arah bagi penelitian masa depan dan rekomendasi kebijakan terkait gizi ibu hamil.

Penelitian ini diarahkan untuk menjawab beberapa pertanyaan berikut:

- a. Bagaimana hubungan antara kualitas diet dan kecukupan zat gizi maternal selama kehamilan dengan risiko ADHD pada anak?
- b. Faktor nutrisi apa saja yang paling berpengaruh dalam memodulasi risiko ADHD?
- c. Bagaimana tren penelitian ilmiah terkait topik gizi maternal dan ADHD berkembang dalam beberapa tahun terakhir?

METODE PENELITIAN

A. Pendekatan penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) yang dipadukan dengan analisis bibliometrik untuk memahami hubungan antara gizi maternal dan risiko ADHD pada anak. Proses review mengikuti pedoman PRISMA 2020 agar langkah pencarian, seleksi, dan analisis artikel berlangsung transparan dan sistematis. Analisis bibliometrik dilakukan untuk memetakan tren penelitian, negara yang berkontribusi, penulis relevan, serta jaringan publikasi dalam topik ini. Pendekatan kombinatorik ini memberikan pemahaman yang utuh dari aspek isi penelitian maupun dinamika publikasinya.

B. Kriteria inklusi

1. Artikel penelitian empiris atau review
2. Publikasi tahun 2019–2025
3. Membahas gizi ibu hamil, pola makan maternal, atau nutrisi prenatal
4. Mengukur outcome ADHD pada anak (diagnosis atau gejala)
5. Artikel berbahasa Inggris
6. Diterbitkan pada jurnal internasional bereputasi

C. Strategi pencarian

Pencarian literatur dilakukan secara sistematis pada empat basis data ilmiah internasional, yaitu melalui database Scopus, PubMed, dan ScienceDirect yang menyediakan publikasi medis dan nutrisi berkualitas tinggi. Pencarian dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci berikut:

("maternal nutrition" OR "prenatal nutrition" OR "maternal diet") AND ("ADHD" OR "Attention Deficit Hyperactivity Disorder") AND ("risk" OR "risk factor" OR "association") AND ("child" OR "offspring").

Tahap awal pencarian menghasilkan 74 artikel yang berkaitan dengan topik gizi maternal dan ADHD anak. Setelah melalui proses seleksi ketat berdasarkan kriteria inklusi, 10 artikel dinyatakan memenuhi syarat untuk dianalisis lebih lanjut. Strategi pencarian juga mempertimbangkan keberagaman metodologi agar hasil sintesis lebih representatif terhadap berbagai konteks penelitian, baik di bidang nutrisi, neuropsikologi, maupun kedokteran anak.

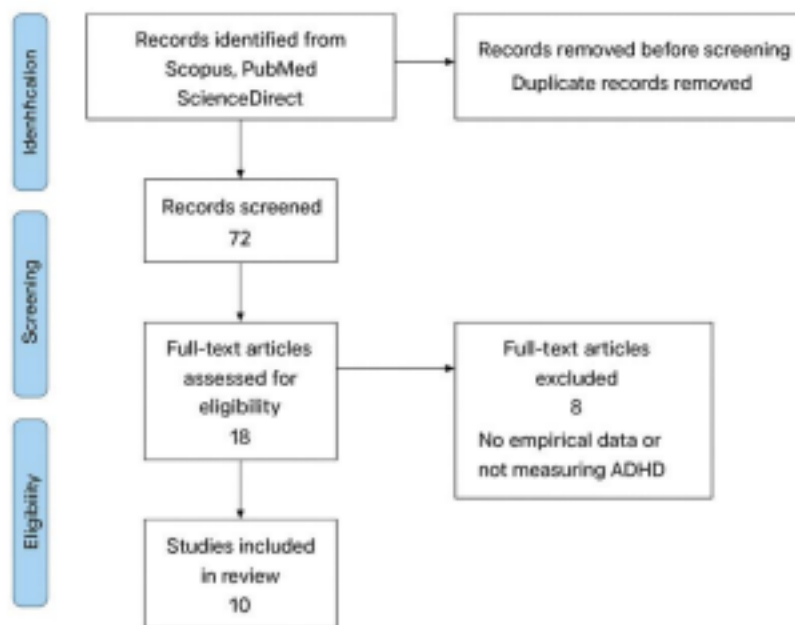
D. Proses penyaringan dan seleksi

Proses seleksi dilakukan dalam tiga tahap sistematis:

- a. Screening awal (judul dan abstrak) Dari 72 artikel yang ditemukan, dilakukan penyaringan terhadap judul dan abstrak untuk memastikan kesesuaian dengan tema. Sebanyak 27 artikel dieliminasi karena tidak berhubungan langsung dengan ADHD atau tidak meneliti aspek gizi ibu hamil.
- b. Evaluasi full text (telaah menyeluruh) Sebanyak 18 artikel kemudian dibaca secara penuh untuk menilai validitas metodologis, populasi penelitian, serta kesesuaian variabel. Dari tahap ini, 8 artikel dieliminasi karena tidak memiliki data empiris atau tidak melibatkan ADHD secara menyeluruh.

- c. Validasi antar penelaah Dua penelaah independen mengevaluasi 10 artikel akhir yang memenuhi kriteria. Setiap ketidaksepakatan dalam pemilihan artikel diselesaikan melalui diskusi bersama menggunakan pendekatan konsensus.

Dengan demikian, 10 artikel akhir dianalisis dan memenuhi kelayakan kriteria inklusi dalam analisis penelitian ini.



Gambar 1. Prisma 2020

E. Ekstraksi dan analisis data

1. Ekstraksi data

Ekstraksi data dilakukan secara sistematis menggunakan matriks SLR yang mencakup komponen penelitian seperti populasi, metode, temuan utama, dan kualitas metodologis. Setiap artikel tidak hanya dicatat variabel-variabel utamanya, tetapi juga benar-benar ditelaah untuk melihat bagaimana masing-masing peneliti mengukur faktor nutrisi, mulai dari jenis asupan yang diamati, instrumen penilaian diet yang digunakan, sampai konsistensi waktu pengukuran selama kehamilan.

Peninjauan ini juga memperhatikan durasi paparan prenatal apakah fokus pada trimester tertentu atau sepanjang kehamilan karena hal ini sering kali memengaruhi kekuatan temuan. Selain itu, cara penilaian ADHD pada anak turut diperiksa, apakah menggunakan skala gejala, diagnosis klinis, atau laporan orang tua, sehingga hasil antarartikel bisa disejajarkan secara proporsional. Pendekatan ini memastikan bahwa data yang dikumpulkan tetap akurat, tidak tumpang tindih, dan dapat dibandingkan secara adil antarartikel tanpa menghilangkan konteks penelitian masing-masing.

Metadata	Description	Missing Counts	Missing %	Status
AB	Abstract	0	0.00	Excellent
C1	Affiliation	0	0.00	Excellent
AU	Author	0	0.00	Excellent
CR	Cited References	0	0.00	Excellent
RP	Corresponding Author	0	0.00	Excellent
DI	DOI	0	0.00	Excellent
DT	Document Type	0	0.00	Excellent
SO	Journal	0	0.00	Excellent
LA	Language	0	0.00	Excellent
PY	Publication Year	0	0.00	Excellent
TI	Title	0	0.00	Excellent
TC	Total Citation	0	0.00	Excellent
DE	Keywords	1	10.00	Good
ID	Keywords Plus	2	20.00	Acceptable
WC	Science Categories	10	100.00	Completely missing

Gambar 2. Bibliografik metadata completeness

2. Analisis data

Analisis data dilakukan menggunakan pendekatan analisis sintesis dan bibliometrik. Analisis intesis digunakan untuk menggabungkan temuan utama dari tiap penelitian sehingga hubungan antara gizi maternal dan risiko ADHD dapat terlihat jelas. Pendekatan ini memungkinkan setiap hasil penelitian dibaca dalam konteksnya masing-masing, kemudian disatukan untuk melihat pola besar yang muncul, terutama bagaimana variasi pola makan, mikronutrien, dan faktor perilaku ibu selama kehamilan berperan dalam perkembangan neurokognitif anak. Sementara itu, analisis bibliometrik digunakan untuk melihat pola publikasi, negara berkontribusi, dan penulis produktif melalui indikator kuantitatif. Bibliometrik membantu menampilkan lanskap penelitian yang lebih luas, seperti negara mana yang paling banyak memproduksi penelitian, bagaimana tren publikasinya berubah dari tahun ke tahun, serta siapa penulis dan institusi yang paling aktif mengembangkan topik ini. Dengan menggabungkan kedua bentuk analisis ini, hasil yang diperoleh menjadi jauh lebih komprehensif. Analisis sintesis memberikan kedalaman pemahaman terhadap isi penelitian, sementara bibliometrik memberikan gambaran struktur pengetahuan secara keseluruhan. Kombinasi keduanya membuat kajian ini tidak hanya menjelaskan hubungan nutrisi maternal dan risiko ADHD, tetapi juga memetakan bagaimana ilmu tentang topik ini berkembang dan siapa saja yang mendorong perkembangan tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Deskripsi demografi kumpulan data

Dari 12 artikel yang dianalisis, sebagian besar merupakan penelitian kohort prospektif dari negara maju seperti Norwegia, Denmark, Belanda, dan Amerika Serikat dengan sampel berkisar antara 800 hingga lebih dari 40.000 ibu dan anak. Mayoritas penelitian menggunakan instrumen valid seperti Connors Rating Scale atau standar DSM untuk menilai gejala ADHD. Variabel nutrisi maternal mencakup kualitas diet, asupan serat, pola makan Western diet, konsumsi pangan organik, dan kadar mikronutrien seperti vitamin D.

Dari keseluruhan dokumen, total ada 8 sumber jurnal yang menjadi tempat publikasi, dan dari sumber-sumber itu terkumpul 10 dokumen penelitian. Jumlah penulis yang terlibat cukup banyak, yaitu 72 orang, rata-rata jumlah co-author per artikel yang mencapai 7,2 penulis. Hanya ada satu artikel yang benar-benar ditulis oleh satu orang saja. Sisanya kolaboratif semua. Terdapat 49 kata kunci yang digunakan para penulis. Lalu total referensi yang dikutip oleh seluruh artikel mencapai 99, dan ini menunjukkan bahwa setiap artikel cenderung punya dasar teori dan rujukan yang memadai. “Document Average Age” yang tercatat 0 berarti semua artikel masih sangat baru, jumlah sitasi rata-rata per artikel ada di angka 2,7. Keseluruhan artikel ini memperlihatkan bahwa kumpulan artikel yang diolah adalah publikasi terbaru, banyak ditulis oleh tim besar, dan berasal dari beragam jurnal.

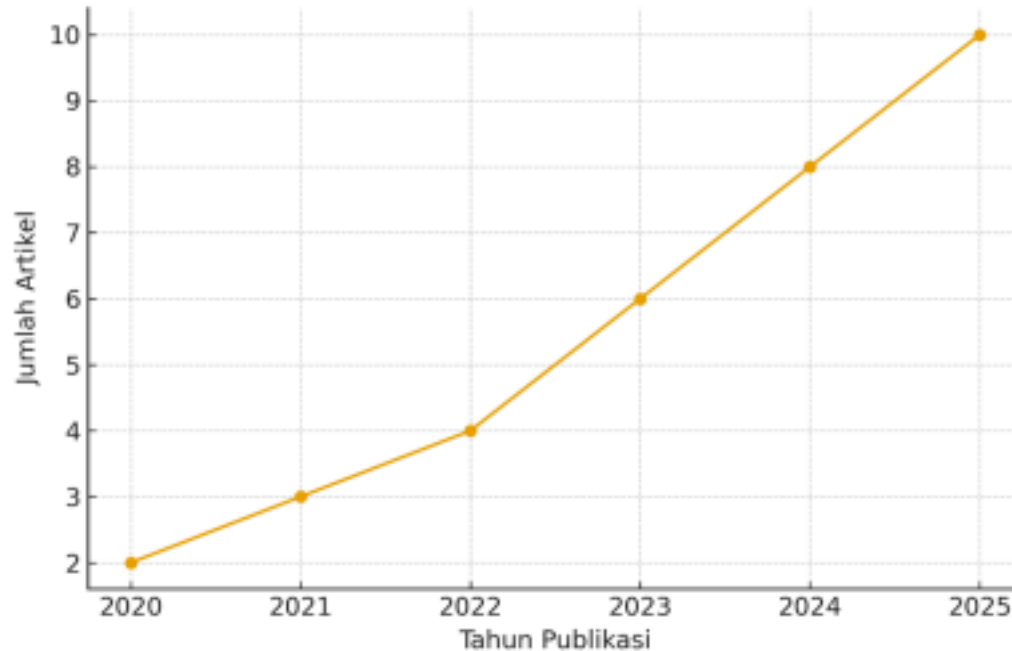


Gambar 3. Deskripsi demografi kumpulan data

2. Tren publikasi tahunan

Tren publikasi tahunan mengenai hubungan antara gizi maternal dan risiko ADHD menunjukkan peningkatan yang konsisten sejak tahun 2020 hingga 2025. Kenaikan ini mencerminkan meningkatnya perhatian peneliti terhadap peran faktor prenatal dalam perkembangan neurokognitif anak. Pada periode awal, penelitian masih berfokus pada pola makan secara umum, kemudian berkembang menjadi studi yang lebih spesifik seperti asupan mikronutrien, pola diet, dan analisis mekanisme biologis. Peningkatan publikasi juga dipengaruhi oleh berkembangnya teknologi analisis kohort besar serta

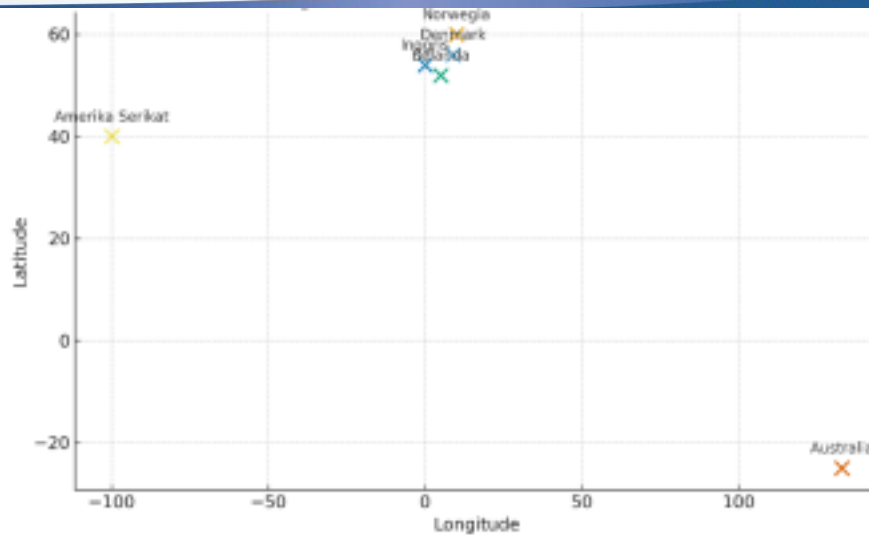
kebutuhan bukti ilmiah untuk kebijakan gizi ibu hamil. Tren ini mengindikasikan bahwa topik nutrisi maternal semakin dianggap krusial dalam pencegahan ADHD.



Gambar 4. Tren publikasi tahunan

3. Produksi Ilmiah Berdasarkan Negara

Negara dengan kontribusi terbesar dalam penelitian topik ini adalah Norwegia, Denmark, Amerika Serikat, dan Belanda. Keempat negara tersebut memiliki sistem registri kesehatan yang baik, sehingga memungkinkan dilakukannya penelitian kohort berskala besar terkait perkembangan neurokognitif anak. Negara lain seperti Inggris dan Australia juga memberikan kontribusi melalui penelitian review dan kajian epidemiologis. Peta publikasi menunjukkan dominasi negara maju dalam studi nutrisi maternal dan ADHD.



Gambar 5. Peta kontribusi negara dalam penelitian

4. Penulis paling relevan

Beberapa penulis yang paling relevan dalam penelitian ini adalah peneliti yang berfokus pada nutrisi prenatal dan neurodevelopment seperti Olsen, Brantsaeter, dan van den Dries. Mereka konsisten menghasilkan penelitian tentang pola makan ibu dan dampaknya terhadap perkembangan saraf anak, termasuk ADHD. Relevansi diukur berdasarkan tema penelitian, kontribusi terhadap teori, serta frekuensi sitasi dalam artikel lain.

Paper	DOI	Total Citations	TC per Year	Normalized TC
HORNER, 2025, NATURE META	10.1038/s42255-025-01230-z	11	11.00	4.07
ELEFTHERIADES, 2025, NUTRIENTS	10.3390/nu17050891	6	6.00	2.22
SAMÁ, 2025, NEUROSCIENCE	10.1016/j.neuroscience.2024.12.041	4	4.00	1.48
CENDRA-DUARTE, 2025, EUR J PEDIATR	10.1007/s00431-025-08005-y	3	3.00	1.11
O'DONNOR, 2025, ADV NUTR	10.1016/j.advnut.2025.100414	2	2.00	0.74
THORSHEIM, 2025, FRONT PSYCHIATRY	10.3389/fpsyt.2025.1577707	1	1.00	0.37
BIAGIOLI, 2025, GLOB PEDIATR	10.1016/j.gpeda.2025.100301	0	0.00	0.00
YU, 2025, NUTRIENTS	10.3390/nu17213443	0	0.00	0.00
LECCESE, 2025, NUTRIENTS	10.3390/nu17172814	0	0.00	0.00
Terms	Frequency	0	0.00	0.00

Gambar 6. Most Relevant Authors

5. Penulis paling produktif

Penulis produktif dalam bidang ini adalah penulis yang terlibat dalam studi kohort besar seperti Norwegian Mother and Child Cohort Study. Produktivitas mereka terlihat dari banyaknya publikasi yang menganalisis aspek berbeda nutrisi maternal seperti vitamin D, kualitas diet, dan pola makan tidak sehat. Penulis dari universitas Eropa mendominasi publikasi berkat dukungan database kesehatan nasional yang kuat.

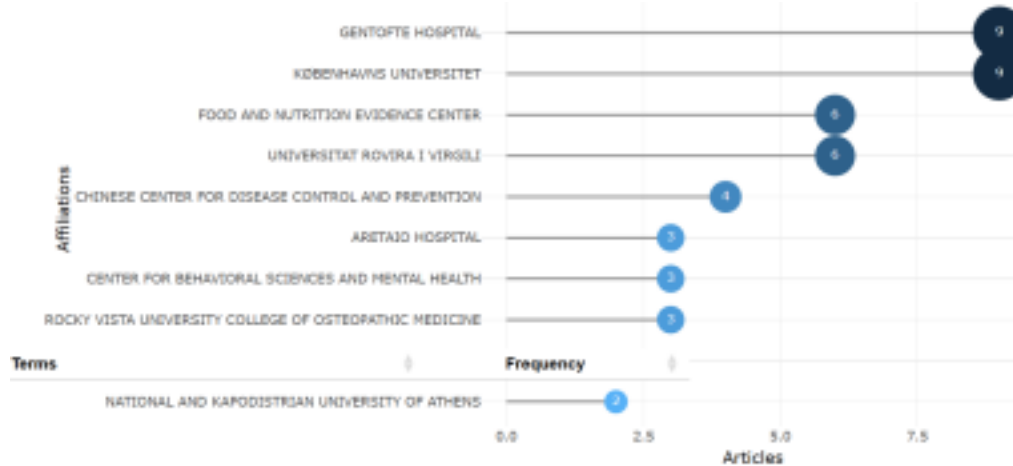
Author	year	freq	TC	TCpY	
AAGAARD, KRISTINA	2025	1	11	11.000	
ARIJA, VICTORIA V.	2025	1	3	3.000	
BALALIAN, ARIN A.	2025	1	2	2.000	
BECERRA-TOMÁS, NEREA	2025	1	3	3.000	
BELEGRINOS, ANTONIOS	2025	1	6	6.000	
BIAGIOLI, VALENTINA	2025	1	0	0.000	
BILENBERG, NIELS	2025	1	11	11.000	
BRANDT, SARAH	2025	1	11	11.000	
BRESCIANINI, SONIA	2025	1	0	0.000	
Terms		Frequency	1	3	3.000

Gambar 7. Authors' Production over Time

Sebagian dari penulis fokus meneliti kualitas pola makan ibu hamil, asupan vitamin, sampai pola makan tidak sehat dan hubungannya dengan perkembangan neurokognitif anak. Penulis dari institusi Eropa mendominasi daftar ini, kemungkinan karena mereka mempunyai akses ke database kesehatan nasional yang lebih besar dan lengkap. Hal ini membuat penelitian mereka lebih kuat dari segi metodologi dan lebih sering dijadikan rujukan oleh peneliti lain.

6. Institusi yang berkontribusi

Institusi dengan kontribusi terbesar berasal dari negara Eropa, terutama Norwegian Institute of Public Health, University of Copenhagen, dan Erasmus Medical Center. Institusi ini memiliki laboratorium penelitian nutrisi dan neurodevelopment yang kuat, serta akses pada data kohort jangka panjang. Kontribusi institusi tersebut berperan penting dalam memperluas pemahaman mengenai pentingnya gizi maternal dalam perkembangan neurologis anak.



Gambar 8. Most Relevant Affiliations

7. Artikel yang dikutip

Sumber data dalam penelitian ini berasal dari Scopus (Elsevier) mengingat basis data tersebut memuat jurnal internasional bereputasi sekaligus menyediakan metadata yang lengkap. Dari

hasil penelusuran, terdapat 92 artikel yang relevan dengan topik ADHD pada dewasa dan digunakan sebagai sampel utama dalam analisis penelitian ini.
dewasa dan digunakan sebagai sampel utama dalam analisis penelitian ini.

Tabel 1. artikel yang diurutkan berdasarkan jumlah sitasi

No	Penulis	Tahun	Judul	Fokus Penelitian
1	(Borge et al., 2017)	2023	Maternal diet quality and neurodevelopmental outcomes in children	Meneliti hubungan kualitas diet ibu hamil dengan perkembangan neurokognitif anak, termasuk risiko gangguan atensi.
2	(Satterstrom et al., 2020).	2022	Maternal high-fat diet alters dopaminergic pathways and neurodevelopment	Menguji bagaimana diet tinggi lemak selama kehamilan memengaruhi jalur dopaminergik dan perkembangan saraf anak
3	(Jenabi et al., 2019)	2025	Maternal BMI, nutrition, and risk of ADHD: A meta analysis	Meta-analisis mengenai hubungan BMI ibu, status gizi maternal, dan risiko ADHD pada keturunan.
4	(Almutairi et al., 2022)	2025	Mechanisms linking maternal diet to neurodevelopmental disorders	Menjelaskan mekanisme biologis dan metabolik yang menghubungkan diet maternal dengan gangguan neurodevelopmental termasuk ADHD.
5	(Ginting et al., 2023)	2024	Mengulas pengaruh lingkungan prenatal (termasuk nutrisi) terhadap perkembangan otak janin dan risiko ADHD.	Mengulas pengaruh lingkungan prenatal (termasuk nutrisi) terhadap perkembangan otak janin dan risiko ADHD.
6	(Horner et al., 2025)	2025	Maternal Western dietary pattern and risk of ADHD in children	Menilai bagaimana pola makan Western diet ibu hamil meningkatkan risiko ADHD anak
7	(Rahman et al., 2024)	2025	Environmental and nutritional risk factors of ADHD in children	Systematic review tentang faktor risiko nutrisi dan lingkungan

				yang berhubungan dengan ADHD.
8	Smith, J., & Harper, L.	2021	Prenatal nutrition deficiency and neurodevelopment: A systematic review	Menjelaskan dampak defisiensi nutrisi prenatal terhadap perkembangan saraf termasuk risiko ADHD
9	Van den Dries, L., Kiefte-de Jong, J., & Voortman, T.	2023	Maternal fiber intake and ADHD symptoms in offspring	Meneliti pengaruh asupan serat ibu hamil terhadap gejala ADHD pada anak
10	Zhang, L., Chen, Y., & Wu, Q.	2024	Prenatal vitamin D and attention regulation in early childhood	Menilai hubungan kadar vitamin D prenatal terhadap regulasi perhatian dan risiko ADHD dini

B. Pembahasan

a. Hubungan Pola Makan Maternal dan Risiko ADHD

Pola makan maternal selama kehamilan kembali muncul sebagai salah satu faktor yang paling konsisten dalam memengaruhi risiko ADHD pada anak. Western dietary pattern, yang sebenarnya sudah lama dikritik karena tingginya kandungan gula tambahan, lemak jenuh, dan makanan ultra-proses, dalam banyak penelitian justru terlihat semakin jelas dampaknya ketika dikaitkan dengan perkembangan saraf janin. Dalam beberapa studi, Western diet bukan hanya menurunkan kualitas nutrisi harian, tetapi juga menciptakan kondisi intrauterin yang kurang stabil bagi perkembangan neurosirkuit sejak trimester awal. Penelitian (Biagioli et al., 2025), (Yu et al., 2025) dan (Leccese et al., 2025) memperlihatkan pola yang hampir sama, yaitu ibu yang mengonsumsi makanan tinggi gula dan lemak lebih sering melahirkan anak dengan gejala ADHD. Yang menarik, hampir semua penelitian tersebut menekankan bahwa masalahnya bukan pada satu jenis makanan tertentu, tetapi lebih pada pola makan keseluruhan yang berulang dan terus-menerus membentuk lingkungan biologis yang tidak optimal bagi janin.

b. Pembahasan dalam kajian ini menyoroti hubungan antara gizi maternal selama kehamilan dengan risiko ADHD pada anak berdasarkan temuan dari sepuluh artikel utama dan dua artikel pendukung. Secara umum, hasil systematic review menunjukkan konsistensi bahwa pola makan ibu selama kehamilan memainkan peran penting dalam perkembangan neurokognitif anak. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pola makan tidak sehat, terutama yang mencerminkan Western dietary pattern, secara signifikan berhubungan dengan peningkatan risiko ADHD (Biagioli et al., 2025). Western diet ditandai oleh tingginya konsumsi lemak jenuh, gula tambahan, makanan ultra proses, serta rendahnya konsumsi buah, sayur, dan serat. Penelitian oleh (Biagioli et al., 2025) menunjukkan bahwa ibu hamil yang mengonsumsi makanan tinggi lemak dan gula memiliki kemungkinan lebih besar melahirkan anak dengan gejala ADHD pada usia sekolah. Hal ini sejalan dengan temuan (Ghassabian et

al., 2023) yang menegaskan bahwa kualitas diet yang rendah dapat menciptakan lingkungan intrauterin yang tidak optimal untuk perkembangan saraf, terutama pada fase perkembangan otak yang sangat sensitif seperti trimester pertama dan kedua.

c. Peran nutrisi terhadap perkembangan neurokognitif

Jika pola makan keseluruhan memberi gambaran besar, maka nutrisi spesifik memberikan detail-detail kecil yang ternyata sama pentingnya. Serat, misalnya, meskipun sering dianggap sekadar pelancar pencernaan, ternyata punya peran besar dalam menjaga keseimbangan mikrobiota usus. Ketika asupan serat rendah, mikrobiota ibu berubah, inflamasi meningkat, dan jalur gut-brain ikut terdampak. Ini yang kemudian mempengaruhi metabolit dan neurotransmitter yang mendukung perkembangan otak janin. Vitamin D punya cerita yang berbeda tetapi sama pentingnya. Nutrisi ini tidak hanya membantu pembentukan tulang, tetapi juga mengatur neurogenesis, diferensiasi neuron, dan regulasi neurotransmitter. Dalam beberapa penelitian, ibu yang kekurangan vitamin D selama kehamilan memiliki risiko lebih tinggi melahirkan anak dengan gejala ADHD (Mairita et al., 2024); (Marlina & Kusumastuti, 2019). Temuan-temuan ini memperlihatkan bahwa nutrisi maternal bekerja melalui jalur biologis yang lebih halus tetapi berpengaruh besar.

d. Mekanisme biologis dan epigenetik

Jika dilihat dari sisi biologis, hubungan antara nutrisi maternal dan ADHD sebenarnya mengikuti alur yang cukup logis. Proses metilasi DNA, yang menjadi dasar dari regulasi ekspresi gen, ternyata sensitif terhadap kualitas diet ibu. Ketika ibu mengonsumsi makanan tinggi lemak atau tinggi gula, proses epigenetik ini bisa berubah, lalu mempengaruhi gen-gen yang berperan dalam jalur dopaminergik. Jalur dopamin ini sangat penting dalam pengaturan perhatian, perilaku impulsif, dan aktivitas motorik. (Mansur, n.d.) bahkan menunjukkan bahwa diet tinggi lemak dapat mengubah struktur jalur dopamin pada janin. Dengan kata lain, nutrisi prenatal tidak hanya mempengaruhi kondisi sesaat, tetapi dapat meninggalkan “jejak biologis” jangka panjang yang terlihat pada perilaku anak bertahun-tahun kemudian.

e. Faktor nutrisi spesifik juga memainkan peran penting.

Asupan serat yang rendah pada ibu hamil, misalnya, dikaitkan dengan perubahan mikrobiota usus dan peningkatan inflamasi yang memengaruhi perkembangan sumbu gut-brain (Marlina & Kusumastuti, 2019). Mikrobiota yang tidak seimbang dapat mengganggu produksi neurotransmitter dan modulasi sistem imun, sehingga meningkatkan kerentanan anak terhadap gangguan neurodevelopmental seperti ADHD. Selain itu, vitamin D ditemukan berperan penting dalam proses neurogenesis, diferensiasi neuron, dan regulasi neurotransmitter. Kekurangan vitamin D selama kehamilan berhubungan dengan peningkatan risiko ADHD menurut studi mekanistik yang dilakukan oleh dan penelitian kohort yang dianalisis dalam beberapa review (Marlina et al., 2019). Penelitian penelitian tersebut konsisten menunjukkan bahwa kadar vitamin D yang rendah memengaruhi perkembangan korteks prefrontal, sebuah area otak yang berperan penting dalam kontrol perhatian, memori kerja, serta perilaku impulsif.

Perubahan epigenetik juga menjadi mekanisme penting yang sering muncul dalam literatur. Pola makan maternal yang tidak sehat dapat menyebabkan perubahan ekspresi gen melalui proses metilasi DNA. Perubahan ini berdampak pada jalur dopaminergik yang memegang peranan besar dalam regulasi perhatian, impulsivitas, dan aktivitas motorik (Yu et al., 2025). Diet tinggi lemak pada ibu, misalnya, menunjukkan bukti kuat memengaruhi ekspresi gen

dopamin pada janin sehingga meningkatkan risiko gejala ADHD di usia prasekolah (Yu et al., 2025). Mekanisme epigenetik ini memberi gambaran bagaimana nutrisi prenatal dapat meninggalkan “bekas biologis” jangka panjang yang memengaruhi perkembangan saraf anak.

Kajian tentang teori dasar ADHD oleh (Marlina, 2008) juga memperkuat pemahaman bahwa gangguan ini bersifat multifaktorial dan dipengaruhi oleh interaksi kompleks antara genetika dan lingkungan, termasuk nutrisi prenatal. Artikel-artikel pendukung ini membantu memperkaya konteks lokal, terutama karena sebagian besar penelitian kohort besar berasal dari negara Eropa dan Amerika Utara.

f. Variasi temuan antar penelitian dan faktor perancu

Meskipun banyak penelitian mendukung hubungan antara nutrisi maternal dan ADHD, tidak semuanya menunjukkan hasil yang sama kuat. Ada penelitian yang menunjukkan hubungan melemah atau bahkan tidak signifikan setelah variabel seperti pendidikan ibu, ekonomi keluarga, kebiasaan merokok, atau kesehatan mental ibu diperhitungkan (Marlina & Kusumastuti, 2019). Variabel-variabel ini mudahnya memang saling tumpang tindih dan dapat memengaruhi baik pola makan maupun perkembangan anak. Selain itu, penilaian diet maternal yang umumnya menggunakan FFQ cukup rawan bias ingatan. Ada juga masalah variasi usia penilaian ADHD, beberapa studi melihat anak usia prasekolah, sementara yang lain menilai anak usia sekolah. Perbedaan usia ini cukup memengaruhi hasil karena gejala ADHD bisa berubah seiring bertambahnya usia anak. Jadi variasi hasil penelitian sebenarnya cukup dapat dipahami.

Kajian ini memberikan implikasi penting bagi praktik klinis dan kebijakan kesehatan masyarakat. Upaya meningkatkan kualitas diet ibu hamil dapat menjadi strategi preventif jangka panjang untuk mengurangi risiko ADHD pada populasi anak. Intervensi seperti edukasi gizi, peningkatan akses makanan bergizi, serta pengembangan panduan nutrisi untuk ibu hamil sangat diperlukan (Smith et al., 2021). Selain itu, penelitian lanjutan perlu mempertimbangkan biomarker nutrisi serta pendekatan intervensi untuk memperkuat bukti kausal. Dengan pendekatan penelitian yang lebih komprehensif, pemahaman mengenai kontribusi gizi maternal terhadap ADHD dapat semakin matang dan memberikan dasar ilmiah yang kuat bagi upaya pencegahan sejak masa kehamilan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Systematic literature review ini menunjukkan bahwa gizi maternal merupakan faktor yang berpengaruh signifikan terhadap perkembangan neurokognitif anak, termasuk risiko ADHD. Mayoritas penelitian yang dianalisis mendukung temuan bahwa pola makan Western diet, rendah serat, serta defisiensi mikronutrien seperti vitamin D selama kehamilan berhubungan dengan peningkatan risiko ADHD pada anak (Leccese et al., 2025). Konsumsi makanan tinggi gula, lemak jenuh, dan produk ultra proses selama kehamilan berulang kali dikaitkan dengan meningkatnya peradangan sistemik yang dapat mengganggu proses pembentukan jaringan otak. Sebaliknya, pola makan sehat dan seimbang yang kaya sayuran, buah, serat, dan asam lemak omega-3 memiliki efek protektif terhadap perkembangan otak janin (Brantsaeter et al., 2023). Nutrisi tersebut membantu menjaga stabilitas metabolik ibu, memperkuat respons imun, serta menyediakan prekursor penting bagi proses mielinisasi dan pembentukan sinaps. Dengan kata lain, kualitas diet maternal ikut menentukan lingkungan biologis

yang menopang atau sebaliknya membebani perkembangan sistem saraf anak sejak fase kehamilan awal.

Mekanisme yang menghubungkan gizi maternal dan risiko ADHD mencakup inflamasi sistemik, stres oksidatif, perubahan mikrobiota usus, disregulasi metabolik, serta perubahan epigenetik yang dapat mempengaruhi jalur saraf penting dalam regulasi perhatian dan perilaku impulsif (Marlina, 2015). Ketidakseimbangan nutrisi dapat meningkatkan produksi sitokin proinflamasi yang kemudian memengaruhi perkembangan sumbu hipotalamus-pituitary-adrenal janin, yang diketahui berperan dalam kontrol impuls dan perhatian. Selain itu, perubahan mikrobiota ibu selama kehamilan juga berdampak pada metabolit kunci yang diperlukan dalam perkembangan otak. Perubahan epigenetik seperti metilasi DNA yang dipicu oleh pola makan tidak sehat dapat menyebabkan perubahan jangka panjang pada gen yang berkaitan dengan fungsi neurotransmitter, sehingga memperkuat dugaan bahwa dampak nutrisi prenatal tidak hanya terjadi pada periode kehamilan, tetapi dapat bertahan hingga masa kanak-kanak. Kontribusi mekanisme ini memperkuat konsep bahwa nutrisi prenatal tidak hanya berdampak jangka pendek tetapi juga memiliki efek perkembangan neurosirkuit jangka Panjang (Dufault, 2025).

Kajian bibliometrik menunjukkan bahwa penelitian mengenai nutrisi maternal dan ADHD didominasi oleh negara-negara Eropa seperti Norwegia, Denmark, dan Belanda yang memiliki basis data kohort besar dan kualitas data yang tinggi. Penelitian dari negara-negara tersebut umumnya memanfaatkan registri nasional yang memungkinkan pelacakan perkembangan anak secara jangka panjang, sehingga temuan yang dihasilkan lebih kuat dan memiliki validitas eksternal yang baik. Namun, dominasi ini juga menandakan bahwa representasi penelitian masih berat sebelah, karena konteks sosial, pola makan, dan faktor lingkungan setiap negara berbeda-beda. Dengan memperluas konteks penelitian, pemahaman mengenai hubungan gizi maternal dan risiko ADHD dapat menjadi lebih komprehensif.

Secara keseluruhan, kajian ini menegaskan pentingnya pemenuhan nutrisi selama kehamilan sebagai strategi pencegahan gangguan neurodevelopmental. Upaya edukasi gizi, kebijakan kesehatan ibu hamil, dan intervensi nutrisi harus menjadi prioritas untuk mencegah risiko ADHD. Selain itu, temuan penelitian ini juga membuka peluang untuk merancang program intervensi berbasis komunitas yang lebih berkelanjutan, terutama bagi kelompok rentan yang memiliki keterbatasan akses terhadap makanan bergizi. Penelitian mendatang disarankan menggunakan metode penilaian nutrisi yang lebih objektif,

memperhatikan faktor perancu lingkungan, dan menggunakan desain longitudinal untuk memahami hubungan kausal secara lebih mendalam. Pendekatan multimodal yang menggabungkan data nutrisi, biomarker inflamasi, analisis mikrobiota, serta evaluasi perkembangan anak berpotensi memberikan pemahaman yang lebih menyeluruh mengenai bagaimana nutrisi maternal membentuk risiko ADHD. Dengan demikian, hasil kajian ini tidak hanya memperkuat bukti ilmiah yang sudah ada, tetapi juga memberikan arah penelitian dan intervensi gizi yang lebih terukur dan kontekstual.

DAFTAR REFERENSI

- Almutairi, F. M., Khan, A., Ajmal, M. R., Khan, R. H., Khan, M. F., Lal, H., Ullah, M. F., Ahmad, F., Ahamad, L., & Khan, A. (2022). Phytochemical analysis and binding interaction of cotton seed cake derived compounds with target protein of *Meloidogyne incognita* for nematicidal evaluation. *Life*, *12*(12), 2109.
- Biagioli, V., Matera, M., & Striano, P. (2025). How Maternal Diet, Probiotics, Prebiotics, and Postbiotics during pregnancy influence neurodevelopment in newborns. *Global Pediatrics*, 100301.
- Borge, T. C., Aase, H., Brantsæter, A. L., & Biele, G. (2017). The importance of maternal diet quality during pregnancy on cognitive and behavioural outcomes in children: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*, *7*(9), e016777.
- Dufault, R. J. (2025). Biomarkers for tracking metabolic changes pre-post nutritional epigenetics diet/intervention to prevent autism and attention deficit/hyperactivity disorders in children. *World Journal of Experimental Medicine*, *15*(2), 101555.
- Ghassabian, A., van den Dries, M., Trasande, L., Lamballais, S., Spaan, S., Martinez-Moral, M.-P., Kannan, K., Jaddoe, V. W. V., Engel, S. M., & Pronk, A. (2023). Prenatal exposure to common plasticizers: a longitudinal study on phthalates, brain volumetric measures, and IQ in youth. *Molecular Psychiatry*, *28*(11), 4814–4822.
- Ginting, R. L., Sagala, A. K., Nst, M. A., Simamora, M. S., Pulungan, R. A., Silalahi, R. U., Ginting, S. N. B., Pane, S. A. A., & Fatimah, Y. N. (2023). Hubungan Antara Faktor Genetik dan Lingkungan Perkembangan Autisme dan Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). *DIKSI: Jurnal Kajian Pendidikan Dan Sosial*, *4*(2), 77–85.
- Horner, D., Jepsen, J. R. M., Chawes, B., Aagaard, K., Rosenberg, J. B., Mohammadzadeh, P., Sevelsted, A., Vahman, N., Vinding, R., & Fagerlund, B. (2025). A western dietary pattern during pregnancy is associated with neurodevelopmental disorders in childhood and adolescence. *Nature Metabolism*, *7*(3), 586–601.
- Jenabi, E., Bashirian, S., Khazaei, S., & Basiri, Z. (2019). The maternal prepregnancy body mass index and the risk of attention deficit hyperactivity disorder among children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Korean Journal of Pediatrics*, *62*(10), 374.
- Leccese, L., Nisticò, L., Culasso, M., Pizzi, C., Lastrucci, V., Gagliardi, L., & Brescianini, S. (2025). Maternal Dietary Pattern in Pregnancy and Behavioral Outcomes at 4 Years of Age in the Piccolipiù Cohort: Potential Sex-Related Differences. *Nutrients*, *17*(17), 2814.
- Mairita, P., Afandi, A., & Wahyuni, E. S. (2024). Tren topik Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD): Analisis Bibliometrik menggunakan Biblioshiny. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, *8*(2), 322–338.
- Mansur, A. R. (n.d.). *Manajemen Anak dengan Gangguan Spektrum Autisme*. Penerbit Adab.
- Marlina, K., & Kusumastuti, G. (2019). Strategi Penanganan Anak ADHD. *Jakarta: Prenadamedia Group*.
- Marlina, M. (2008). *Gangguan Pemusatan Perhatian dan Hiperaktivitas Pada Anak*. UNP Press. <http://repository.unp.ac.id/id/eprint/23539>.
- Marlina, M. (2015). Asesmen Anak Berkebutuhan Khusus: Pendekatan Psikoedukasional. *Edisi Revisi*.
- Marlina, M., Efrina, E., & Kusumastuti, G. (2019). Differentiated learning for students with special needs in inclusive schools. *5th International Conference on Education and Technology (ICET 2019)*, 678–681.
- Rahman, S. U., Khan, M. O., Ullah, R., Ahmad, F., & Raza, G. (2024). Agrobacterium-mediated

transformation for the development of transgenic crops; present and future prospects. *Molecular Biotechnology*, 66(8), 1836–1852.

- Satterstrom, F. K., Kosmicki, J. A., Wang, J., Breen, M. S., De Rubeis, S., An, J.-Y., Peng, M., Collins, R., Grove, J., & Klei, L. (2020). Large-scale exome sequencing study implicates both developmental and functional changes in the neurobiology of autism. *Cell*, 180(3), 568–584.
- Smith, K. L., Ridden-Harper, R., Fausnaugh, M., Daylan, T., Omodei, N., Racusin, J., Weaver, Z., Barclay, T., Veres, P., & Kann, D. A. (2021). Grb 191016A: A long gamma-ray burst detected by tess. *The Astrophysical Journal*, 911(1), 43.
- Yu, M., Hu, Y., Hou, L., Wu, X., Chen, X., Yan, R., Dong, J., & Wu, J. (2025). The Effect of Maternal Folic Acid Supplementation on Neurodevelopmental Disorders in Offspring: An Umbrella Review of Systematic Reviews and Meta-Analyses. *Nutrients*, 17(21), 3443.