

PERBANDINGAN GULA PASIR DAN PEMANIS NON-KALORI: MANFAAT, RISIKO, DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN MANUSIA

Elma Sulistiya*, Novi Indah Permata Sari, Filiast Kusuma

Prodi Seni Kuliner, Akademi Kuliner dan Patiseri Ottimmo Internasional

Email Penulis Korespondensi elma.sulistiya@ottimmo.ac.id

Diterima: 3 Agustus 2026

Dipublikasi: 7 Agustus 2026

Abstrak

Peningkatan konsumsi gula tambahan secara global telah dikaitkan dengan meningkatnya prevalensi obesitas, diabetes melitus tipe 2, penyakit kardiovaskular, penyakit hati berlemak non-alkohol (*non-alcoholic fatty liver disease*/NAFLD), dan karies gigi. Sebagai alternatif, industri pangan mengembangkan berbagai pemanis non-kalori yang diharapkan mampu memberikan rasa manis tanpa meningkatkan asupan energi. Namun, efektivitas dan keamanan pemanis non-kalori masih menjadi perdebatan karena hasil penelitian menunjukkan temuan yang beragam. Artikel review ini bertujuan untuk membandingkan karakteristik gula pasir dan pemanis non-kalori serta mengkaji manfaat, risiko, dan dampaknya terhadap kesehatan manusia berdasarkan bukti ilmiah terkini. Metode yang digunakan adalah *narrative review* dengan menelaah berbagai publikasi ilmiah berupa *systematic review*, *meta-analysis*, *randomized controlled trials* (RCT), studi kohort, serta pedoman dari organisasi kesehatan dan otoritas keamanan pangan internasional yang diterbitkan terutama pada periode 2021–2026. Hasil kajian menunjukkan bahwa konsumsi gula berlebih berhubungan dengan peningkatan risiko berbagai penyakit metabolik, sedangkan pemanis non-kalori dapat membantu mengurangi asupan energi dan mendukung pengendalian glikemik apabila digunakan sebagai pengganti gula. Meskipun demikian, bukti mengenai pengaruhnya terhadap berat badan, mikrobiota usus, dan risiko penyakit kronis masih menunjukkan hasil yang tidak konsisten, terutama pada studi observasional. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh jenis pemanis, dosis, lama konsumsi, desain penelitian, serta faktor individu. Oleh karena itu, pemanis non-kalori sebaiknya digunakan sesuai rekomendasi dan batas *Acceptable Daily Intake* (ADI) sebagai bagian dari pola makan sehat, bukan sebagai solusi tunggal dalam pencegahan penyakit metabolik.

Kata kunci: gula pasir; pemanis non-kalori; kesehatan; obesitas; diabetes melitus; artikel review

Abstract

The increasing global consumption of added sugars has been associated with a rising prevalence of obesity, type 2 diabetes mellitus, cardiovascular disease, non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD), and dental caries. As an alternative, the food industry has increasingly developed non-caloric sweeteners to provide sweetness without substantially increasing energy intake. However, the health effects and safety of these sweeteners remain controversial due to inconsistent findings across studies. This review aimed to compare the characteristics of sucrose and non-caloric sweeteners and to evaluate their benefits, potential risks, and health impacts based on the latest scientific evidence. A narrative review approach was employed by examining scientific publications, including systematic reviews, meta-analyses, randomized controlled trials (RCTs), cohort studies, and recommendations from international health organizations and food safety authorities, primarily published between 2021 and 2026. The findings indicate that excessive sugar consumption is consistently associated with an increased risk of metabolic diseases, whereas non-caloric sweeteners may reduce energy intake and support glycemic control when used as substitutes for sugar. Nevertheless, evidence regarding their effects on body weight, gut microbiota, and chronic disease risk remains inconsistent, particularly in observational studies. These discrepancies are influenced by differences in sweetener type, dosage, duration of consumption, study design, and individual characteristics. Therefore, non-caloric sweeteners should be consumed within the established Acceptable Daily Intake (ADI) and considered as part of an overall healthy dietary pattern rather than a stand-alone strategy for preventing metabolic diseases.

Keywords: sucrose; non-caloric sweeteners; health; obesity; type 2 diabetes mellitus; review

PENDAHULUAN

Konsumsi gula telah meningkat secara signifikan seiring dengan perubahan pola makan global, urbanisasi, serta meningkatnya konsumsi makanan dan minuman ultra-proses yang mengandung gula tambahan (*added sugars*) dan gula bebas (*free sugars*). Gula tidak hanya digunakan sebagai pemanis, tetapi juga berfungsi sebagai pengawet, pembentuk tekstur, serta penambah cita rasa dalam berbagai produk pangan. Meskipun gula merupakan sumber energi utama bagi tubuh, konsumsi yang melebihi kebutuhan fisiologis telah menjadi perhatian kesehatan masyarakat karena berkontribusi terhadap meningkatnya prevalensi penyakit tidak menular di berbagai negara. Huang et al. (2023) yang mengevaluasi 73 meta-analisis melaporkan bahwa konsumsi gula yang tinggi berhubungan dengan peningkatan risiko obesitas, diabetes melitus tipe 2, penyakit kardiovaskular, penyakit hati berlemak non-alkohol (*non-alkoholic fatty liver disease*), karies gigi, serta beberapa jenis kanker. Temuan tersebut memperkuat pentingnya upaya pembatasan konsumsi gula sebagai bagian dari strategi pencegahan penyakit kronis.

Sebagai respons terhadap meningkatnya beban penyakit akibat konsumsi gula, berbagai organisasi kesehatan internasional telah menerbitkan rekomendasi mengenai pembatasan asupan gula. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) merekomendasikan agar konsumsi gula bebas dibatasi hingga kurang dari 10% dari total kebutuhan energi harian, dan idealnya kurang dari 5% (sekitar 25 g/hari) untuk memperoleh manfaat kesehatan tambahan. Selain itu, WHO pada tahun 2023 menerbitkan pedoman mengenai penggunaan pemanis non-gula (*non-sugar sweeteners*), yang menyatakan bahwa pemanis non-kalori tidak direkomendasikan sebagai strategi utama untuk mengendalikan berat badan atau menurunkan risiko penyakit tidak menular pada populasi umum (WHO, 2023). Rekomendasi tersebut didasarkan pada bukti bahwa manfaat jangka panjang terhadap penurunan berat badan belum konsisten, sementara beberapa studi observasional menunjukkan kemungkinan hubungan dengan diabetes melitus tipe 2, penyakit kardiovaskular, dan mortalitas, meskipun hubungan kausalnya belum dapat dipastikan.

Meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pola makan sehat mendorong industri pangan mengembangkan berbagai alternatif pengganti gula, terutama pemanis rendah kalori dan pemanis non-kalori (*low- and no-calorie sweeteners*). Kelompok ini meliputi pemanis sintesis, seperti aspartam, sukralosa, sakarin, dan acesulfame-K, serta pemanis alami, seperti steviol glikosida dan *monk fruit*, maupun kelompok gula alkohol (*polyols*) seperti eritritol, xylitol, sorbitol, maltitol, dan isomalt. Dibandingkan sukrosa, sebagian besar pemanis tersebut memiliki tingkat kemanisan yang lebih tinggi dengan kontribusi energi yang jauh lebih rendah atau bahkan mendekati nol, sehingga banyak dimanfaatkan dalam produk rendah kalori, pangan fungsional, serta pangan bagi individu dengan diabetes. Selain itu, beberapa jenis

pemanis seperti eritritol dan xylitol dilaporkan memiliki dampak glikemik yang rendah dan tidak bersifat kariogenik, sehingga semakin luas diaplikasikan dalam industri pangan modern (Magnuson et al., 2016).

Walaupun penggunaan pemanis non-kalori terus meningkat, bukti ilmiah mengenai manfaat dan keamanannya masih menunjukkan hasil yang beragam. *Randomized controlled trials* umumnya menunjukkan bahwa penggantian gula dengan pemanis non-kalori dapat menurunkan asupan energi dan memperbaiki kontrol glikemik dalam jangka pendek tanpa meningkatkan kadar glukosa darah secara bermakna. Sebaliknya, beberapa studi kohort dan meta-analisis observasional melaporkan hubungan antara konsumsi rutin pemanis non-kalori dengan peningkatan risiko obesitas, diabetes melitus tipe 2, hipertensi, sindrom metabolik, dan penyakit kardiovaskular (Vos et al., 2017). Perbedaan tersebut diduga dipengaruhi oleh variasi desain penelitian, jenis pemanis, dosis konsumsi, karakteristik populasi, serta kemungkinan *reverse causality*, di mana individu dengan risiko metabolik yang lebih tinggi cenderung memilih produk berpemanis non-kalori. Selain kontroversi mengenai pemanis non-kalori, masih terdapat perdebatan mengenai apakah gula itu sendiri memiliki efek metabolik yang unik atau dampak negatifnya terutama disebabkan oleh konsumsi energi yang berlebihan.

Berkembangnya bukti ilmiah mengenai gula pasir maupun berbagai jenis pemanis non-kalori menunjukkan bahwa hingga saat ini belum terdapat konsensus yang sepenuhnya menjelaskan jenis pemanis yang paling aman dan paling bermanfaat bagi kesehatan manusia. Oleh karena itu, artikel tinjauan ini bertujuan untuk menyajikan sintesis kritis terhadap bukti ilmiah terkini mengenai karakteristik, metabolisme, manfaat, risiko, serta dampak kesehatan dari konsumsi gula pasir dan pemanis non-kalori. Pembahasan akan difokuskan pada hasil *systematic review*, *meta-analysis*, *umbrella review*, dan *randomized controlled trials* terbaru sehingga diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi tenaga kesehatan, peneliti, industri pangan, maupun pembuat kebijakan mengenai penggunaan pemanis yang lebih tepat dan berbasis bukti.

GULA PASIR (SUCROSE)

Definisi dan Struktur Kimia Gula Pasir (Sucrose)

Sukrosa merupakan disakarida yang tersusun atas satu molekul glukosa dan satu molekul fruktosa yang dihubungkan oleh ikatan glikosidik $\alpha(1\rightarrow2)$. Sukrosa merupakan pemanis alami yang paling banyak digunakan di dunia dan diperoleh terutama dari tebu (*Saccharum officinarum*) dan bit gula (*Beta vulgaris*). Selain berfungsi sebagai sumber energi, sukrosa memiliki peran penting dalam industri pangan sebagai pemanis, pembentuk tekstur, pengawet, serta pemberi warna dan cita rasa melalui reaksi pencoklatan non-enzimatis selama pengolahan pangan (Rippe & Angelopoulos, 2015; WHO, 2015).

Secara kimia, sukrosa memiliki rumus molekul $C_{12}H_{22}O_{11}$ dengan berat molekul sekitar 342,30 g/mol. Molekul ini terdiri atas α -D-glukopiranosida dan β -D-fruktofuranosida yang dihubungkan oleh ikatan α -1, β -2-glikosidik. Ikatan tersebut menyebabkan sukrosa tergolong sebagai gula non-pereduksi karena gugus aldehida dan keton pada kedua monosakarida tidak berada dalam bentuk bebas. Struktur kimia ini memberikan stabilitas yang tinggi selama penyimpanan, namun sukrosa mudah dihidrolisis oleh enzim sukrase menjadi glukosa dan fruktosa di dalam saluran pencernaan (Nelson & Cox, 2021; Berg et al., 2019).

Metabolisme Sukrosa

Proses pencernaan sukrosa dimulai di usus halus melalui aktivitas enzim sukrase-isomaltase pada permukaan *brush border* enterosit yang menghidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Glukosa kemudian diserap melalui transporter sodium-glucose cotransporter-1 (SGLT1) dan dilepaskan ke sirkulasi melalui GLUT2 sehingga merangsang sekresi insulin oleh sel β pankreas. Sebaliknya, fruktosa diserap terutama melalui transporter GLUT5 dan dimetabolisme hampir seluruhnya di hati. Berbeda dengan glukosa, metabolisme fruktosa relatif tidak dikendalikan oleh fosfofruktokinase sehingga pada konsumsi berlebih dapat meningkatkan pembentukan asetil-KoA dan merangsang *de novo lipogenesis*, yang berkontribusi terhadap akumulasi trigliserida hati dan gangguan metabolisme lipid (Stanhope, 2016; Jeong et al., 2026).

Fungsi Fisiologis Sukrosa

Dalam kondisi konsumsi yang sesuai kebutuhan energi, sukrosa berfungsi sebagai sumber energi yang cepat tersedia karena menghasilkan glukosa sebagai bahan bakar utama bagi otak, sistem saraf pusat, eritrosit, dan jaringan lain yang bergantung pada glukosa. Fruktosa hasil hidrolisis sukrosa juga dapat digunakan sebagai substrat metabolik setelah dikonversi menjadi intermediat glikolisis di hati. Selain fungsi metaboliknya, sukrosa berperan dalam meningkatkan palatabilitas pangan sehingga memengaruhi penerimaan konsumen terhadap produk makanan dan minuman. Pada industri pangan, sukrosa juga berfungsi sebagai *bulking agent*, humektan, penstabil, serta berperan dalam pembentukan tekstur dan warna melalui reaksi Maillard maupun karamelisasi (WHO, 2015; Gropper & Smith, 2021).

Sumber Pangan Sukrosa

Sukrosa secara alami terdapat pada berbagai bahan pangan, terutama tebu, bit gula, buah-buahan, dan beberapa jenis sayuran. Namun, kontribusi terbesar terhadap asupan sukrosa masyarakat modern berasal dari gula pasir yang ditambahkan selama proses pengolahan pangan (*added sugar*), termasuk pada minuman berpemanis, minuman energi, minuman berkarbonasi,

kue, biskuit, permen, sereal sarapan, saus, produk susu berperisa, dan berbagai pangan ultra-proses. Meningkatnya konsumsi produk-produk tersebut menjadi salah satu penyebab meningkatnya asupan gula bebas (*free sugars*) secara global (WHO, 2015; Malik et al., 2019; WHO, 2023).

Dampak Konsumsi Sukrosa Berlebihan terhadap Kesehatan

Obesitas

Hubungan antara konsumsi gula dan obesitas telah menjadi salah satu topik yang paling banyak diteliti dalam ilmu gizi. *Systematic review* dan *meta-analysis* menunjukkan bahwa peningkatan konsumsi gula bebas, khususnya melalui minuman berpemanis gula (*sugar-sweetened beverages*), berhubungan dengan peningkatan berat badan dan risiko obesitas pada anak maupun orang dewasa. Sebaliknya, penurunan konsumsi gula bebas berkontribusi terhadap penurunan berat badan secara bermakna. Mekanisme yang mendasari hubungan tersebut terutama berkaitan dengan peningkatan asupan energi total, rendahnya efek kenyang dari minuman berpemanis, serta stimulasi jalur lipogenesis akibat konsumsi fruktosa yang berlebihan (Te Morenga et al., 2013; Malik et al., 2019).

Meskipun demikian, masih terdapat kontroversi mengenai apakah sukrosa memiliki efek metabolik yang unik dibandingkan sumber karbohidrat lain. Rippe dan Angelopoulos menyatakan bahwa sebagian besar uji klinis acak menunjukkan sukrosa dan *high-fructose corn syrup* (HFCS) tidak memberikan efek yang berbeda terhadap berat badan apabila dikonsumsi secara isoenergetik dengan sumber karbohidrat lain. Oleh karena itu, peningkatan berat badan lebih banyak dipengaruhi oleh kelebihan asupan energi total daripada jenis gula yang dikonsumsi (Rippe & Angelopoulos, 2015).

Resistensi Insulin dan Diabetes Melitus Tipe 2

Konsumsi gula dalam jumlah berlebihan dapat meningkatkan paparan glukosa dan fruktosa secara kronis sehingga memperburuk sensitivitas insulin. Fruktosa yang dimetabolisme di hati meningkatkan pembentukan trigliserida intrahepatik, stres oksidatif, serta inflamasi yang berkontribusi terhadap resistensi insulin. Dalam jangka panjang, kondisi tersebut dapat meningkatkan risiko berkembangnya diabetes melitus tipe 2, terutama bila disertai obesitas dan pola makan tinggi energi. *Umbrella review* oleh Huang melaporkan bahwa konsumsi gula yang tinggi secara konsisten berkaitan dengan peningkatan risiko diabetes melitus tipe 2 pada berbagai populasi (Huang et al., 2023).

Penyakit Kardiovaskular

Konsumsi gula tambahan yang berlebihan berhubungan dengan meningkatnya risiko penyakit kardiovaskular melalui berbagai mekanisme, antara lain peningkatan berat badan, dislipidemia, hipertensi, resistensi insulin,

inflamasi kronis, dan disfungsi endotel. Pernyataan ilmiah American Heart Association menegaskan bahwa pembatasan konsumsi gula tambahan merupakan salah satu strategi penting dalam pencegahan penyakit kardiovaskular sejak usia dini. Selain itu, konsumsi minuman berpemanis gula secara rutin telah dikaitkan dengan peningkatan risiko kejadian kardiovaskular pada berbagai studi epidemiologi (Johnson et al., 2009; Malik et al., 2019).

Penyakit Hati Berlemak Non-Alkohol (NAFLD)

Fruktosa hasil hidrolisis sukrosa dimetabolisme terutama di hati dan dalam jumlah berlebihan dapat meningkatkan *de novo lipogenesis*, akumulasi trigliserida hepatis, serta stres oksidatif yang berkontribusi terhadap perkembangan NAFLD. Risiko tersebut terutama meningkat pada individu dengan konsumsi tinggi minuman berpemanis gula dan pola makan hiperkalori. Namun, beberapa penulis menekankan bahwa hubungan tersebut dipengaruhi oleh keseimbangan energi total sehingga efek fruktosa tidak dapat dipisahkan sepenuhnya dari kelebihan asupan kalori.

Karies Gigi

Sukrosa merupakan substrat utama bagi bakteri kariogenik, terutama *Streptococcus mutans*, yang memfermentasi gula menjadi asam organik sehingga menurunkan pH plak gigi dan menyebabkan demineralisasi email gigi. Frekuensi konsumsi gula yang tinggi, terutama dalam bentuk makanan lengket atau minuman manis yang sering dikonsumsi di antara waktu makan, merupakan faktor risiko utama terjadinya karies gigi. Oleh karena itu, pembatasan konsumsi gula bebas tidak hanya bermanfaat untuk kesehatan metabolik, tetapi juga merupakan strategi penting dalam pencegahan penyakit gigi dan mulut.

PEMANIS NON-KALORI (NON-CALORIC SWEETENERS)

Definisi dan Klasifikasi Pemanis Non-Kalori

Pemanis non-kalori (*non-caloric sweeteners* atau *non-nutritive sweeteners*) merupakan senyawa yang memberikan rasa manis dengan kontribusi energi yang sangat rendah atau bahkan mendekati nol. Dibandingkan sukrosa, pemanis ini memiliki tingkat kemanisan yang jauh lebih tinggi sehingga hanya diperlukan dalam jumlah kecil untuk menghasilkan intensitas rasa manis yang sama. Berdasarkan asalnya, pemanis non-kalori dibedakan menjadi pemanis buatan (*artificial sweeteners*) seperti aspartam, sukralosa, sakarin, acesulfame-K, dan neotame, serta pemanis alami seperti steviol glikosida (stevia) dan ekstrak *monk fruit* (mogrosides). Pengembangan pemanis non-kalori bertujuan untuk mengurangi konsumsi gula tanpa menghilangkan karakteristik sensori produk pangan, sehingga banyak diaplikasikan pada minuman rendah kalori, produk diet, pangan fungsional, dan pangan untuk penyandang diabetes (Teyssie et al., 2024; Jeong et al., 2026).

Pemanis Buatan

Aspartam

Aspartam merupakan pemanis intensitas tinggi yang memiliki tingkat kemanisan sekitar 180–200 kali lebih manis dibandingkan sukrosa. Senyawa ini tersusun atas dua asam amino, yaitu asam aspartat dan fenilalanin, yang dihubungkan dengan gugus metil ester. Setelah dikonsumsi, aspartam dihidrolisis di saluran pencernaan menjadi asam aspartat, fenilalanin, dan metanol dalam jumlah kecil yang kemudian dimetabolisme melalui jalur fisiologis normal. Karena mengandung fenilalanin, aspartam tidak dianjurkan bagi individu dengan fenilketonuria (*phenylketonuria*, PKU). Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) dan European Food Safety Authority (EFSA) menetapkan Acceptable Daily Intake (ADI) sebesar 40 mg/kg berat badan/hari, sedangkan US Food and Drug Administration (FDA) menetapkan ADI sebesar 50 mg/kg berat badan/hari. Evaluasi toksikologi menunjukkan bahwa konsumsi aspartam dalam batas ADI aman bagi populasi umum, meskipun klasifikasi IARC tahun 2023 sebagai "possibly carcinogenic to humans (Group 2B)" memicu diskusi mengenai perlunya penelitian lanjutan terkait paparan jangka panjang (FAO/WHO, 2023; Nutrients, 2025).

Sukralosa

Sukralosa merupakan turunan sukrosa yang mengalami substitusi tiga gugus hidroksil oleh atom klorin sehingga menghasilkan senyawa yang sekitar 600 kali lebih manis dibandingkan sukrosa. Berbeda dengan gula pasir, sukralosa tidak dimetabolisme secara bermakna karena sebagian besar diekskresikan dalam bentuk utuh melalui feses dan urin. Stabilitasnya yang tinggi terhadap panas menjadikan sukralosa banyak digunakan pada produk pangan yang mengalami proses pemanngangan maupun sterilisasi. ADI sukralosa ditetapkan sebesar 15 mg/kg berat badan/hari oleh JECFA dan EFSA. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa sukralosa tidak meningkatkan kadar glukosa darah pada individu sehat, namun beberapa penelitian eksperimental mengindikasikan kemungkinan perubahan komposisi mikrobiota usus pada konsumsi tinggi sehingga efek biologis jangka panjangnya masih terus diteliti (Teyssie et al., 2024).

Sakarin

Sakarin merupakan pemanis sintetis tertua yang memiliki tingkat kemanisan sekitar 300–500 kali lebih tinggi dibandingkan sukrosa. Setelah dikonsumsi, sakarin tidak mengalami metabolisme di dalam tubuh dan hampir seluruhnya diekskresikan melalui urin dalam bentuk tidak berubah. ADI sakarin ditetapkan sebesar 5 mg/kg berat badan/hari. Kekhawatiran mengenai potensi karsinogenik sakarin yang muncul pada penelitian hewan pada dekade 1970-an telah dievaluasi kembali, dan bukti ilmiah terkini menunjukkan bahwa mekanisme tersebut tidak relevan pada manusia sehingga sakarin dinyatakan aman apabila dikonsumsi sesuai batas ADI yang ditetapkan. Namun demikian, sakarin memiliki *aftertaste* pahit atau metalik

yang membatasi penggunaannya sebagai pemanis tunggal dalam beberapa produk pangan (Magnuson et al., 2016; Teyssiere et al., 2024; Nutrients, 2025).

Acesulfame-K

Acesulfame potassium (Acesulfame-K) merupakan pemanis non-kalori dengan tingkat kemanisan sekitar 200 kali lebih tinggi dibandingkan sukrosa. Senyawa ini tidak dimetabolisme oleh tubuh dan diekskresikan melalui urin dalam bentuk utuh sehingga tidak memberikan kontribusi energi maupun respons glikemik yang bermakna. Acesulfame-K memiliki stabilitas termal yang baik sehingga sering digunakan pada produk yang diproses dengan suhu tinggi serta dikombinasikan dengan pemanis lain untuk meningkatkan profil rasa. ADI yang ditetapkan oleh EFSA dan JECFA adalah 15 mg/kg berat badan/hari. Berdasarkan data toksikologi yang tersedia, konsumsi acesulfame-K dalam batas ADI belum menunjukkan bukti yang konsisten mengenai efek merugikan terhadap kesehatan manusia (Magnuson et al., 2016; Nutrients, 2025).

Neotame

Neotame merupakan turunan aspartam dengan modifikasi struktur kimia yang menghasilkan tingkat kemanisan sekitar 7.000–13.000 kali lebih tinggi dibandingkan sukrosa. Berbeda dengan aspartam, neotame hanya menghasilkan paparan fenilalanin dalam jumlah yang sangat kecil sehingga tidak memerlukan peringatan khusus bagi penyandang fenilketonuria. ADI neotame ditetapkan sebesar 2 mg/kg berat badan/hari. Karena digunakan dalam konsentrasi yang sangat rendah, kontribusi neotame terhadap paparan harian umumnya jauh di bawah batas ADI. Evaluasi keamanan oleh berbagai badan regulasi internasional menunjukkan bahwa neotame aman digunakan sebagai pemanis pangan sesuai batas penggunaan yang ditetapkan (Magnuson et al., 2016; Nutrients, 2025).

Pemanis Alami

Stevia

Stevia diperoleh dari daun *Stevia rebaudiana* dan mengandung senyawa utama berupa steviol glikosida, terutama steviosida dan rebaudiosida A. Tingkat kemanisannya berkisar 200–300 kali lebih tinggi dibandingkan sukrosa. Setelah dikonsumsi, steviol glikosida tidak dihidrolisis oleh enzim pencernaan manusia, tetapi difermentasi oleh mikrobiota usus menjadi steviol yang kemudian diserap, mengalami konjugasi di hati menjadi steviol glukuronida, dan diekskresikan melalui urin. JECFA menetapkan ADI sebesar 4 mg/kg berat badan/hari, dinyatakan sebagai ekuivalen steviol. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa stevia tidak meningkatkan kadar glukosa darah maupun insulin secara bermakna dan bahkan berpotensi memperbaiki kontrol glikemik serta tekanan darah pada beberapa kelompok populasi, meskipun manfaat klinis jangka panjang masih memerlukan penelitian lebih lanjut (Nichol et al., 2018; Teyssiere et al., 2024; Nutrients, 2025).

Monk Fruit

Monk fruit (*Siraitia grosvenorii*) merupakan pemanis alami yang berasal dari buah asli Tiongkok. Rasa manisnya dihasilkan oleh senyawa mogrosides, terutama mogroside V, dengan tingkat kemanisan sekitar 150–300 kali dibandingkan sukrosa. Mogrosides tidak dimetabolisme menjadi glukosa sehingga tidak meningkatkan kadar glukosa darah maupun insulin secara bermakna. Berdasarkan evaluasi keamanan yang tersedia, ekstrak *monk fruit* memiliki profil toksikologi yang baik dan telah memperoleh status *Generally Recognized as Safe* (GRAS) dari FDA. Namun, hingga saat ini JECFA belum menetapkan nilai ADI numerik karena bukti yang tersedia menunjukkan tingkat keamanan yang tinggi pada tingkat konsumsi yang lazim. Penelitian mengenai efek jangka panjang terhadap metabolisme dan mikrobiota usus masih relatif terbatas dibandingkan pemanis non-kalori lainnya (Teyssiere et al., 2024; Nutrients, 2025).

Perbandingan Tingkat Kemanisan, ADI, Metabolisme, dan Keamanan

Masing-masing pemanis non-kalori memiliki karakteristik metabolisme dan profil keamanan yang berbeda. Aspartam mengalami hidrolisis menjadi komponen penyusunnya, sedangkan sukralosa, sakarin, dan acesulfame-K sebagian besar diekskresikan tanpa mengalami metabolisme. Neotame digunakan dalam jumlah yang sangat kecil karena memiliki intensitas kemanisan yang sangat tinggi, sementara stevia dan *monk fruit* berasal dari sumber alami dengan mekanisme metabolisme yang berbeda. Berdasarkan evaluasi JECFA, EFSA, dan FDA, seluruh pemanis tersebut dinyatakan aman apabila dikonsumsi sesuai nilai ADI yang ditetapkan. Meskipun demikian, beberapa publikasi terbaru menekankan bahwa keamanan jangka panjang, khususnya terkait perubahan mikrobiota usus, regulasi metabolik, dan risiko penyakit kardiometabolik, masih memerlukan penelitian lebih lanjut melalui uji klinis jangka panjang dan studi prospektif berskala besar (Azad et al., 2017; Jeong et al., 2026; Teyssiere et al., 2024; Nutrients, 2025).

PRO DAN KONTRA PEMANIS NON-KALORI

Penggunaan pemanis non-kalori (*non-caloric sweeteners* atau *non-nutritive sweeteners*) terus meningkat dalam beberapa dekade terakhir sebagai salah satu strategi untuk mengurangi konsumsi gula tambahan dan menekan beban penyakit tidak menular. Berbagai badan regulasi internasional, seperti Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), European Food Safety Authority (EFSA), dan U.S. Food and Drug Administration (FDA), telah menyatakan bahwa pemanis non-kalori aman dikonsumsi apabila berada dalam batas *Acceptable Daily Intake* (ADI). Meskipun demikian, bukti ilmiah mengenai manfaat kesehatan jangka panjang masih menunjukkan hasil yang beragam. Sebagian besar uji klinis menunjukkan manfaat metabolik, sedangkan

beberapa studi observasional melaporkan adanya hubungan dengan peningkatan risiko penyakit metabolik. Perbedaan tersebut menjadikan penggunaan pemanis non-kalori sebagai salah satu topik yang masih banyak diperdebatkan dalam ilmu gizi dan kesehatan masyarakat (Magnuson et al., 2016; Azad et al., 2017; WHO, 2023; Jeong et al., 2026).

Pro Pemanis Non-Kalori

Membantu Mengurangi Asupan Energi

Keunggulan utama pemanis non-kalori adalah kemampuannya memberikan rasa manis tanpa memberikan energi yang signifikan. Penggantian gula pasir dengan pemanis non-kalori pada makanan dan minuman dapat menurunkan kandungan kalori produk sehingga membantu mengurangi total asupan energi harian. Berbagai *randomized controlled trials* menunjukkan bahwa substitusi gula dengan pemanis non-kalori menghasilkan penurunan asupan energi dibandingkan konsumsi gula, terutama apabila tidak terjadi kompensasi konsumsi energi dari makanan lain. Oleh karena itu, pemanis non-kalori banyak dimanfaatkan sebagai salah satu strategi dalam program pengendalian berat badan dan pencegahan obesitas (Nichol et al., 2018; Teyssiere et al., 2024; Jeong et al., 2026).

Membantu Pengendalian Diabetes Melitus

Pemanis non-kalori umumnya tidak meningkatkan kadar glukosa darah maupun sekresi insulin karena tidak dimetabolisme menjadi glukosa atau digunakan dalam jumlah yang sangat kecil. *Systematic review* dan *meta-analysis* menunjukkan bahwa konsumsi pemanis non-kalori tidak memberikan perubahan bermakna terhadap kadar glukosa darah dibandingkan kontrol, sehingga dapat menjadi alternatif pengganti gula bagi individu dengan diabetes melitus atau gangguan toleransi glukosa. Beberapa pemanis alami, seperti steviol glikosida, bahkan dilaporkan memiliki potensi meningkatkan sensitivitas insulin dan memperbaiki kontrol glikemik, meskipun manfaat klinis jangka panjang masih memerlukan konfirmasi melalui penelitian lebih lanjut (Nichol et al., 2018; Teyssiere et al., 2024; *Nutrients*, 2025).

Tidak Menyebabkan Karies Gigi

Berbeda dengan sukrosa, sebagian besar pemanis non-kalori tidak dapat difermentasi oleh bakteri kariogenik seperti *Streptococcus mutans*. Akibatnya, pemanis tersebut tidak menghasilkan asam yang menyebabkan penurunan pH plak gigi dan demineralisasi email. Oleh karena itu, pemanis non-kalori banyak digunakan dalam produk perawatan kesehatan gigi, permen bebas gula, serta makanan dan minuman yang ditujukan untuk mengurangi risiko karies. Penggunaan pemanis non-kalori, khususnya apabila menggantikan gula tambahan, merupakan salah satu strategi yang direkomendasikan untuk meningkatkan

kesehatan gigi dan mulut (Magnuson et al., 2016; Teyssiere et al., 2024).

Alternatif bagi Penderita Obesitas

Individu dengan obesitas sering dianjurkan untuk mengurangi konsumsi gula sebagai bagian dari pengendalian berat badan. Dalam konteks tersebut, pemanis non-kalori dapat menjadi alternatif yang memungkinkan penurunan asupan energi tanpa menghilangkan rasa manis yang diinginkan konsumen. *Umbrella review* terbaru menunjukkan bahwa pada uji klinis acak, penggantian gula dengan pemanis rendah atau tanpa kalori memberikan penurunan berat badan yang kecil namun bermakna pada individu dengan overweight dan obesitas. Namun, efek tersebut sangat dipengaruhi oleh pola makan secara keseluruhan, aktivitas fisik, dan keberhasilan mempertahankan defisit energi (Jeong et al., 2026; WHO, 2023).

Mendukung Reformulasi Produk Pangan

Meningkatnya tuntutan konsumen terhadap produk rendah gula mendorong industri pangan melakukan reformulasi produk dengan mengganti sebagian atau seluruh gula menggunakan pemanis non-kalori. Reformulasi tersebut memungkinkan pengurangan kandungan gula dan energi tanpa mengubah tingkat kemanisan secara bermakna. Selain mendukung kebijakan kesehatan masyarakat untuk menurunkan konsumsi gula, penggunaan pemanis non-kalori juga membantu industri menghasilkan produk yang sesuai dengan kebutuhan konsumen, termasuk produk untuk penyandang diabetes, obesitas, dan individu yang menerapkan pola makan rendah kalori. Meskipun demikian, reformulasi produk tetap harus mempertimbangkan aspek cita rasa, tekstur, stabilitas, dan penerimaan konsumen karena gula memiliki fungsi teknologi yang tidak sepenuhnya dapat digantikan oleh pemanis intensitas tinggi (Magnuson et al., 2016; Teyssiere et al., 2024; *Nutrients*, 2025).

Kontra Pemanis Non-Kalori

Perubahan Preferensi terhadap Rasa Manis

Salah satu isu yang masih diperdebatkan adalah kemungkinan bahwa konsumsi pemanis non-kalori secara terus-menerus dapat mempertahankan atau bahkan meningkatkan preferensi terhadap rasa manis. Paparan rasa manis dengan intensitas tinggi diduga memengaruhi persepsi sensoris sehingga individu tetap memiliki keinginan mengonsumsi makanan atau minuman manis. Namun, bukti ilmiah mengenai mekanisme ini masih belum konsisten karena hasil penelitian sangat dipengaruhi oleh desain studi, jenis pemanis, dan karakteristik responden. Hingga saat ini belum terdapat bukti kuat yang menyatakan bahwa seluruh pemanis non-kalori secara langsung meningkatkan konsumsi makanan manis (Teyssiere et al., 2024; WHO, 2023).

Kemungkinan Memengaruhi Mikrobiota Usus

Beberapa penelitian eksperimental menunjukkan bahwa pemanis non-kalori tertentu, terutama sakarin dan sukralosa, berpotensi memengaruhi komposisi maupun aktivitas mikrobiota usus. Perubahan tersebut diduga dapat memengaruhi metabolisme glukosa, respons imun, dan regulasi energi. Namun demikian, sebagian besar bukti masih berasal dari penelitian pada hewan atau studi intervensi dengan jumlah subjek yang terbatas, sehingga signifikansi klinisnya pada manusia belum dapat dipastikan. Sebaliknya, beberapa pemanis seperti stevia dan eritritol menunjukkan pengaruh yang relatif minimal terhadap mikrobiota usus pada dosis konsumsi yang lazim. Oleh karena itu, penelitian jangka panjang dengan desain yang lebih kuat masih diperlukan untuk menjelaskan hubungan antara pemanis non-kalori dan kesehatan mikrobiota usus (Nutrients, 2025; Teyssere et al., 2024).

Hasil Penelitian Mengenai Berat Badan Tidak Selalu Konsisten

Efektivitas pemanis non-kalori dalam pengendalian berat badan masih menjadi perdebatan. Uji klinis acak umumnya menunjukkan bahwa penggantian gula dengan pemanis non-kalori dapat membantu menurunkan berat badan atau mencegah kenaikan berat badan apabila disertai pengurangan asupan energi secara keseluruhan. Sebaliknya, beberapa studi kohort prospektif melaporkan hubungan antara konsumsi rutin minuman berpemanis non-kalori dengan peningkatan indeks massa tubuh, lingkaran pinggang, maupun kejadian obesitas. Perbedaan hasil tersebut kemungkinan disebabkan oleh *reverse causality*, yaitu individu yang telah mengalami overweight atau obesitas cenderung beralih mengonsumsi produk berpemanis non-kalori, sehingga hubungan yang ditemukan tidak selalu mencerminkan efek kausal dari pemanis itu sendiri (Azad et al., 2017; Jeong et al., 2026).

Hubungan dengan Penyakit Metabolik Masih Bersifat Asosiatif

Beberapa studi observasional melaporkan bahwa konsumsi tinggi pemanis non-kalori berkaitan dengan peningkatan risiko diabetes melitus tipe 2, hipertensi, sindrom metabolik, dan penyakit kardiovaskular. Namun demikian, hubungan tersebut belum dapat diinterpretasikan sebagai hubungan sebab-akibat karena sebagian besar berasal dari penelitian observasional yang rentan terhadap faktor perancu, seperti pola makan, gaya hidup, status kesehatan awal, dan perilaku konsumsi. *Systematic review* dan *umbrella review* terbaru menegaskan bahwa bukti dari uji klinis belum menunjukkan adanya efek merugikan yang konsisten apabila pemanis non-kalori digunakan untuk menggantikan gula dalam batas konsumsi yang direkomendasikan. Oleh karena itu, interpretasi hasil penelitian harus mempertimbangkan kualitas bukti, desain

penelitian, serta jenis pemanis yang digunakan (Azad et al., 2017; WHO, 2023; Jeong et al., 2026).

Sintesis Bukti Ilmiah

Secara keseluruhan, bukti ilmiah menunjukkan bahwa pemanis non-kalori dapat memberikan manfaat apabila digunakan sebagai pengganti gula dalam rangka mengurangi asupan energi dan gula tambahan, terutama pada individu dengan obesitas atau diabetes melitus. Namun, pemanis non-kalori bukan merupakan solusi tunggal untuk mencegah penyakit metabolik. Manfaatnya sangat bergantung pada pola makan secara keseluruhan, kualitas diet, tingkat aktivitas fisik, serta kepatuhan terhadap batas konsumsi yang direkomendasikan. Hingga saat ini belum terdapat bukti yang cukup kuat untuk menyatakan bahwa konsumsi pemanis non-kalori dalam batas ADI menyebabkan penyakit metabolik secara langsung, tetapi penelitian mengenai efek jangka panjang terhadap mikrobiota usus, regulasi metabolisme, dan kesehatan kardiovaskular masih terus berkembang. Oleh karena itu, penggunaan pemanis non-kalori sebaiknya diposisikan sebagai bagian dari strategi perbaikan pola makan yang komprehensif, bukan sebagai pengganti kebiasaan hidup sehat secara keseluruhan (WHO, 2023; Teyssere et al., 2024; Nutrients, 2025; Jeong et al., 2026).

BUKTI ILMIAH TERBARU MENGENAI DAMPAK PEMANIS NON-KALORI TERHADAP KESEHATAN MANUSIA

Dalam beberapa tahun terakhir, jumlah publikasi mengenai pemanis non-kalori (*non-caloric sweeteners* atau *non-nutritive sweeteners*) meningkat secara signifikan, terutama dalam bentuk *systematic review*, *meta-analysis*, *umbrella review*, *randomized controlled trials* (RCT), dan studi kohort prospektif. Peningkatan jumlah penelitian tersebut didorong oleh semakin luasnya penggunaan pemanis non-kalori sebagai pengganti gula dalam industri pangan dan meningkatnya prevalensi penyakit metabolik secara global. Meskipun demikian, hasil penelitian masih menunjukkan temuan yang beragam karena dipengaruhi oleh jenis pemanis, dosis konsumsi, durasi intervensi, karakteristik populasi, serta desain penelitian yang digunakan. Oleh karena itu, interpretasi bukti ilmiah perlu mempertimbangkan hierarki bukti (*levels of evidence*) sehingga rekomendasi yang dihasilkan lebih tepat dan berbasis bukti (Azad et al., 2017; Huang et al., 2023; Jeong et al., 2026).

Bukti Berdasarkan Jenis Penelitian

Systematic Review

Berbagai *systematic review* menunjukkan bahwa penggantian gula dengan pemanis non-kalori dapat membantu mengurangi konsumsi energi tanpa meningkatkan kadar glukosa darah. Nichol et al. (2018), melalui *systematic review* dan *meta-analysis* terhadap 29 RCT yang melibatkan 741 partisipan, melaporkan bahwa pemanis non-kalori tidak menyebabkan peningkatan kadar

glukosa darah maupun insulin dibandingkan kontrol, sehingga dapat digunakan sebagai alternatif gula bagi individu dengan diabetes atau gangguan toleransi glukosa. Demikian pula, tinjauan komprehensif oleh Teyssiere et al. (2024) menyimpulkan bahwa efek metabolik setiap pemanis berbeda-beda dan tidak dapat digeneralisasi sebagai satu kelompok karena memiliki karakteristik absorpsi, metabolisme, dan aktivitas biologis yang berbeda.

Meta-analysis

Meta-analisis terbaru memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai manfaat dan keterbatasan pemanis non-kalori. Azad et al. (2017) melaporkan bahwa uji klinis acak menunjukkan manfaat yang relatif kecil terhadap pengendalian berat badan, sedangkan studi kohort prospektif menunjukkan hubungan antara konsumsi rutin pemanis non-kalori dengan peningkatan risiko obesitas, diabetes melitus tipe 2, hipertensi, sindrom metabolik, dan penyakit kardiovaskular. Namun, penulis menekankan bahwa hubungan tersebut bersifat asosiatif dan belum membuktikan hubungan sebab-akibat. Sementara itu, *umbrella review* oleh Jeong et al. (2026) menunjukkan bahwa sebagian besar manfaat diperoleh ketika pemanis non-kalori benar-benar menggantikan gula, bukan hanya ditambahkan ke dalam pola makan.

Randomized Controlled Trial (RCT)

RCT merupakan desain penelitian dengan tingkat bukti tertinggi untuk mengevaluasi efektivitas intervensi. Sebagian besar RCT menunjukkan bahwa penggantian gula dengan pemanis non-kalori dapat menurunkan asupan energi, memperbaiki kontrol glikemik, dan membantu mempertahankan berat badan apabila diikuti dengan pola makan sehat secara keseluruhan. Akan tetapi, besarnya manfaat umumnya relatif kecil dan sangat dipengaruhi oleh kepatuhan peserta, jenis pemanis yang digunakan, serta durasi penelitian. Sebagian besar RCT juga belum menunjukkan adanya efek samping metabolik yang konsisten apabila konsumsi berada dalam batas ADI yang direkomendasikan (Nichol et al., 2018; Teyssiere et al., 2024; *Nutrients*, 2025).

Cohort Study

Berbeda dengan hasil RCT, beberapa studi kohort prospektif melaporkan bahwa konsumsi tinggi minuman atau produk berpemanis non-kalori berkaitan dengan peningkatan risiko obesitas, diabetes melitus tipe 2, penyakit kardiovaskular, dan mortalitas. Namun demikian, sebagian besar peneliti menyatakan bahwa hubungan tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh *reverse causality*, yaitu individu yang telah mengalami overweight, obesitas, atau diabetes lebih cenderung memilih produk berpemanis non-kalori. Oleh karena itu, hasil studi kohort perlu diinterpretasikan secara hati-hati karena tidak dapat

membuktikan hubungan kausal secara langsung (Azad et al., 2017; WHO, 2023; Jeong et al., 2026).

Bukti Ilmiah Berdasarkan Luaran Kesehatan

Obesitas

Bukti ilmiah mengenai hubungan antara pemanis non-kalori dan obesitas masih menunjukkan hasil yang beragam. Sebagian besar RCT dan meta-analisis melaporkan bahwa penggantian gula dengan pemanis non-kalori menghasilkan penurunan berat badan yang kecil tetapi bermakna secara statistik apabila benar-benar menggantikan gula dalam pola makan. Sebaliknya, studi kohort menemukan hubungan positif antara konsumsi rutin pemanis non-kalori dengan peningkatan indeks massa tubuh dan lingkaran pinggang. Perbedaan hasil tersebut diduga terutama dipengaruhi oleh *reverse causality*, faktor gaya hidup, serta kualitas pola makan secara keseluruhan, bukan semata-mata akibat konsumsi pemanis non-kalori (Azad et al., 2017; Jeong et al., 2026; WHO, 2023).

Diabetes Melitus

Sebagian besar RCT menunjukkan bahwa pemanis non-kalori tidak meningkatkan kadar glukosa darah maupun insulin setelah konsumsi. Oleh karena itu, pemanis ini dapat digunakan sebagai alternatif gula bagi penyandang diabetes apabila digunakan untuk menggantikan gula tambahan. Beberapa penelitian juga melaporkan bahwa steviol glikosida berpotensi meningkatkan sensitivitas insulin dan memperbaiki kontrol glikemik. Namun, manfaat klinis jangka panjang masih memerlukan penelitian lanjutan karena sebagian besar studi memiliki durasi intervensi yang relatif singkat (Nichol et al., 2018; Teyssiere et al., 2024; *Nutrients*, 2025).

Penyakit Kardiovaskular

Hubungan antara pemanis non-kalori dan penyakit kardiovaskular masih menjadi salah satu isu yang paling banyak diperdebatkan. Studi kohort prospektif melaporkan adanya hubungan antara konsumsi tinggi pemanis non-kalori dengan peningkatan risiko penyakit jantung koroner, stroke, dan mortalitas kardiovaskular. Namun, hingga saat ini RCT belum menunjukkan adanya bukti yang konsisten bahwa pemanis non-kalori secara langsung meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular apabila dikonsumsi dalam batas ADI. Oleh karena itu, sebagian besar organisasi kesehatan menyatakan bahwa bukti kausal masih belum memadai (Azad et al., 2017; Jeong et al., 2026; WHO, 2023).

Kanker

Isu mengenai hubungan pemanis non-kalori dengan kanker terutama berkembang setelah International Agency for Research on Cancer (IARC) mengklasifikasikan

aspartam sebagai *possibly carcinogenic to humans* (Group 2B) pada tahun 2023. Namun, Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) tetap mempertahankan nilai ADI aspartam karena bukti yang tersedia belum menunjukkan hubungan sebab-akibat pada tingkat konsumsi yang direkomendasikan. Tinjauan terbaru juga menyimpulkan bahwa belum terdapat bukti epidemiologis yang konsisten bahwa konsumsi pemanis non-kalori dalam batas ADI meningkatkan risiko kanker pada manusia (*Nutrients*, 2025; WHO, 2023).

Mikrobiota Usus

Mikrobiota usus merupakan salah satu bidang penelitian yang berkembang pesat dalam kajian pemanis non-kalori. Penelitian eksperimental menunjukkan bahwa beberapa pemanis, seperti sakarin dan sukralosa, dapat memengaruhi komposisi mikrobiota usus serta metabolisme glukosa. Akan tetapi, sebagian besar bukti masih berasal dari penelitian pada hewan atau studi klinis berskala kecil. Sebaliknya, stevia dan eritritol menunjukkan pengaruh yang relatif minimal terhadap mikrobiota usus pada dosis konsumsi yang lazim. Hingga saat ini belum terdapat konsensus mengenai signifikansi klinis perubahan mikrobiota akibat konsumsi pemanis non-kalori pada manusia (Teyssiere et al., 2024; *Nutrients*, 2025).

Fungsi Otak

Penelitian mengenai pengaruh pemanis non-kalori terhadap fungsi otak masih relatif terbatas. Beberapa studi menunjukkan bahwa paparan rasa manis tanpa disertai asupan energi dapat memengaruhi aktivasi pusat penghargaan (*reward system*) di otak dan regulasi nafsu makan. Namun demikian, hasil penelitian masih belum konsisten dan sebagian besar berasal dari studi eksperimental dengan jumlah sampel yang kecil. Sampai saat ini belum terdapat bukti kuat bahwa konsumsi pemanis non-kalori dalam batas ADI menyebabkan gangguan fungsi kognitif atau neurologis pada populasi umum (Teyssiere et al., 2024; *Nutrients*, 2025).

Kehamilan

Bukti mengenai penggunaan pemanis non-kalori selama kehamilan masih terbatas. Sebagian besar badan regulasi menyatakan bahwa pemanis non-kalori yang telah disetujui aman digunakan selama kehamilan apabila tidak melebihi nilai ADI. Namun, beberapa studi observasional melaporkan adanya hubungan antara konsumsi tinggi minuman berpemanis non-kalori selama kehamilan dengan peningkatan risiko berat badan lahir tinggi maupun obesitas pada anak. Karena bukti tersebut masih bersifat asosiatif dan belum menunjukkan hubungan kausal, diperlukan penelitian prospektif dengan desain yang lebih kuat sebelum dapat ditarik kesimpulan yang pasti (WHO, 2023; Jeong et al., 2026).

Anak-Anak

Pada anak-anak, pemanis non-kalori dapat membantu mengurangi konsumsi gula tambahan apabila digunakan sebagai pengganti gula dalam makanan dan minuman. Namun, WHO tidak merekomendasikan penggunaan pemanis non-gula sebagai strategi utama untuk pengendalian berat badan pada populasi umum, termasuk anak-anak, karena bukti manfaat jangka panjang masih belum konsisten. Selain itu, beberapa ahli mengkhawatirkan bahwa paparan rasa manis yang tinggi sejak usia dini dapat memengaruhi preferensi makanan anak di kemudian hari. Oleh karena itu, pendekatan yang lebih dianjurkan adalah membiasakan konsumsi makanan alami dengan kandungan gula tambahan yang rendah dibandingkan hanya mengganti gula dengan pemanis non-kalori (WHO, 2023; Teyssiere et al., 2024; Jeong et al., 2026).

Ringkasan Bukti

Secara keseluruhan, bukti ilmiah terbaru menunjukkan bahwa manfaat terbesar pemanis non-kalori diperoleh ketika digunakan sebagai pengganti gula dalam pola makan yang sehat, bukan sebagai tambahan terhadap konsumsi gula yang sudah tinggi. Bukti dari RCT umumnya mendukung manfaat terhadap pengurangan asupan energi dan pengendalian glikemik, sedangkan studi kohort lebih sering menunjukkan hubungan asosiatif dengan berbagai penyakit metabolik. Perbedaan hasil tersebut menegaskan pentingnya mempertimbangkan desain penelitian, kualitas bukti, faktor perancu, serta karakteristik masing-masing jenis pemanis dalam menyusun rekomendasi penggunaan pemanis non-kalori. Dengan demikian, penggunaan pemanis non-kalori sebaiknya dipandang sebagai salah satu komponen strategi diet yang komprehensif dan bukan sebagai solusi tunggal untuk pencegahan penyakit kronis (Azad et al., 2017; Huang et al., 2023; Jeong et al., 2026; Teyssiere et al., 2024).

KONTROVERSI PENGGUNAAN PEMANIS NON-KALORI

Meskipun pemanis non-kalori telah digunakan secara luas selama lebih dari lima dekade dan dinyatakan aman oleh berbagai badan regulasi internasional seperti Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), European Food Safety Authority (EFSA), dan U.S. Food and Drug Administration (FDA), hingga saat ini masih terdapat perdebatan mengenai manfaat dan dampak kesehatannya dalam jangka panjang. Sebagian besar uji klinis acak (*randomized controlled trials*, RCT) menunjukkan bahwa penggantian gula dengan pemanis non-kalori dapat mengurangi asupan energi, membantu pengendalian glikemik, dan mendukung pengelolaan berat badan. Sebaliknya, sejumlah studi kohort prospektif melaporkan bahwa konsumsi tinggi pemanis non-kalori berhubungan dengan peningkatan risiko obesitas, diabetes melitus tipe 2, penyakit kardiovaskular, dan sindrom

metabolik. Perbedaan hasil tersebut menimbulkan pertanyaan mendasar mengenai apakah pemanis non-kalori benar-benar memberikan manfaat kesehatan atau justru memiliki dampak metabolik yang belum sepenuhnya dipahami (Azad et al., 2017; WHO, 2023; Jeong et al., 2026).

Mengapa Hasil Penelitian Berbeda?

Perbedaan hasil penelitian mengenai pemanis non-kalori tidak dapat dijelaskan oleh satu faktor tunggal. Sebaliknya, kontroversi tersebut merupakan hasil interaksi berbagai aspek biologis, metodologis, dan perilaku yang memengaruhi luaran penelitian. Oleh karena itu, interpretasi bukti ilmiah harus mempertimbangkan karakteristik pemanis yang diteliti, desain penelitian, karakteristik populasi, serta faktor gaya hidup yang menyertai (Teyssiere et al., 2024; *Nutrients*, 2025).

Perbedaan Jenis Pemanis

Salah satu penyebab utama inkonsistensi hasil penelitian adalah kecenderungan mengelompokkan seluruh pemanis non-kalori sebagai satu kategori, padahal masing-masing memiliki struktur kimia, jalur metabolisme, dan karakteristik fisiologis yang berbeda. Aspartam dihidrolisis menjadi fenilalanin, asam aspartat, dan metanol, sedangkan sukralosa, sakarin, dan acesulfame-K sebagian besar diekskresikan dalam bentuk utuh. Stevia dimetabolisme oleh mikrobiota usus menjadi steviol, sementara *monk fruit* mengandung mogrosida yang memiliki mekanisme metabolisme berbeda. Perbedaan tersebut menyebabkan setiap pemanis berpotensi memberikan respons metabolik yang tidak sama, sehingga hasil penelitian tidak dapat digeneralisasi untuk seluruh kelompok pemanis non-kalori (Magnuson et al., 2016; Teyssiere et al., 2024; *Nutrients*, 2025).

Perbedaan Dosis Konsumsi

Besarnya paparan pemanis non-kalori juga memengaruhi hasil penelitian. Sebagian besar penelitian yang menunjukkan keamanan menggunakan dosis yang berada di bawah nilai *Acceptable Daily Intake* (ADI), sedangkan beberapa penelitian eksperimental menggunakan dosis yang jauh lebih tinggi daripada konsumsi masyarakat sehari-hari. Kondisi tersebut dapat menghasilkan respons biologis yang berbeda sehingga sulit dibandingkan dengan situasi konsumsi nyata. Oleh karena itu, interpretasi hasil penelitian harus selalu mempertimbangkan apakah dosis yang digunakan masih berada dalam rentang konsumsi yang realistis bagi populasi umum (Magnuson et al., 2016; WHO, 2023; *Nutrients*, 2025).

Lama Konsumsi

Durasi penelitian merupakan faktor penting lainnya. Sebagian besar RCT mengenai pemanis non-kalori berlangsung dalam hitungan minggu hingga beberapa

bulan, sehingga lebih mampu mengevaluasi efek jangka pendek terhadap glukosa darah, asupan energi, atau berat badan. Sebaliknya, penyakit kronis seperti diabetes melitus tipe 2, penyakit kardiovaskular, dan kanker berkembang dalam periode bertahun-tahun. Akibatnya, RCT sering kali tidak memiliki durasi yang cukup untuk mendeteksi dampak jangka panjang, sedangkan studi kohort mampu mengamati luaran tersebut tetapi memiliki risiko bias yang lebih besar (Azad et al., 2017; Jeong et al., 2026).

Perbedaan Desain Penelitian

Perbedaan desain penelitian merupakan salah satu penyebab utama munculnya hasil yang bertolak belakang. RCT memiliki validitas internal yang tinggi karena peserta diacak ke dalam kelompok intervensi dan kontrol sehingga lebih mampu mengevaluasi hubungan sebab-akibat. Sebaliknya, studi kohort menggambarkan pola konsumsi dalam kehidupan nyata, tetapi rentan terhadap faktor perancu (*confounding*) dan tidak dapat memastikan hubungan kausal. Oleh karena itu, tidak mengherankan apabila RCT cenderung menunjukkan manfaat penggantian gula dengan pemanis non-kalori, sedangkan studi kohort lebih sering menemukan hubungan dengan peningkatan risiko penyakit metabolik (Azad et al., 2017; Huang et al., 2023; Jeong et al., 2026).

Pengaruh Pola Makan Keseluruhan

Efektivitas pemanis non-kalori tidak dapat dipisahkan dari kualitas pola makan secara keseluruhan. Penggantian gula dengan pemanis non-kalori akan memberikan manfaat apabila disertai penurunan asupan energi total dan peningkatan kualitas diet. Sebaliknya, apabila individu tetap mengonsumsi makanan tinggi lemak, tinggi natrium, atau tinggi energi, manfaat penggantian gula menjadi sangat terbatas. Oleh karena itu, berbagai pedoman gizi menekankan bahwa pemanis non-kalori sebaiknya diposisikan sebagai bagian dari pola makan sehat secara menyeluruh, bukan sebagai solusi tunggal dalam pencegahan penyakit metabolik (WHO, 2023; Jeong et al., 2026).

Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik merupakan faktor yang sering kali tidak dikendalikan secara optimal dalam penelitian observasional. Individu yang aktif secara fisik umumnya memiliki profil metabolik yang lebih baik dibandingkan individu yang sedentari, terlepas dari jenis pemanis yang dikonsumsi. Variasi tingkat aktivitas fisik dapat memengaruhi berat badan, sensitivitas insulin, profil lipid, dan risiko penyakit kardiovaskular sehingga menjadi faktor perancu yang penting dalam interpretasi hasil penelitian (Azad et al., 2017; Teyssiere et al., 2024).

Variasi Genetik dan Respons Individu

Respons terhadap pemanis non-kalori juga dipengaruhi oleh faktor genetik dan karakteristik biologis individu. Variasi gen yang mengatur persepsi rasa manis, metabolisme glukosa, fungsi hormon usus, maupun komposisi mikrobiota dapat menyebabkan respons yang berbeda terhadap jenis pemanis yang sama. Selain itu, usia, status gizi, penyakit penyerta, dan penggunaan obat-obatan juga dapat memengaruhi hasil penelitian. Oleh karena itu, pendekatan *personalized nutrition* mulai dipertimbangkan dalam mengevaluasi penggunaan pemanis non-kalori di masa mendatang (Teyssiere et al., 2024; *Nutrients*, 2025).

Reverse Causality pada Studi Observasional

Salah satu penjelasan yang paling banyak diterima mengenai hubungan antara pemanis non-kalori dan penyakit metabolik adalah fenomena *reverse causality*. Individu yang telah mengalami obesitas, diabetes melitus, atau memiliki risiko tinggi penyakit metabolik cenderung mengganti konsumsi gula dengan produk berpemanis non-kalori sebagai bagian dari upaya memperbaiki pola makan. Akibatnya, konsumsi pemanis non-kalori tampak berhubungan dengan penyakit metabolik, padahal penggunaan pemanis tersebut terjadi setelah individu mengalami peningkatan risiko penyakit. Fenomena ini dapat menyebabkan hubungan asosiatif yang keliru apabila tidak dikendalikan secara memadai dalam analisis statistik. Azad et al. (2017) maupun *umbrella review* oleh Jeong et al. (2026) menekankan bahwa *reverse causality* merupakan salah satu penyebab utama mengapa hasil studi kohort sering berbeda dengan hasil RCT (Azad et al., 2017; Jeong et al., 2026).

Sintesis Kritis

Berdasarkan keseluruhan bukti ilmiah, kontroversi mengenai pemanis non-kalori tidak menunjukkan bahwa pemanis tersebut berbahaya ataupun sepenuhnya bermanfaat dalam semua kondisi. Sebaliknya, perbedaan hasil penelitian lebih banyak mencerminkan kompleksitas interaksi antara jenis pemanis, dosis, durasi konsumsi, karakteristik individu, pola makan, aktivitas fisik, serta desain penelitian yang digunakan. Bukti dengan tingkat evidensi tertinggi, terutama RCT dan *systematic review* berbasis RCT, secara umum mendukung penggunaan pemanis non-kalori sebagai pengganti gula untuk mengurangi asupan energi dan gula tambahan apabila digunakan dalam batas ADI. Sebaliknya, hasil studi observasional perlu ditafsirkan secara hati-hati karena rentan terhadap faktor perancu dan *reverse causality*. Oleh karena itu, rekomendasi penggunaan pemanis non-kalori sebaiknya didasarkan pada kualitas bukti ilmiah, karakteristik masing-masing jenis pemanis, serta konteks pola makan dan gaya hidup individu, bukan hanya pada hasil satu jenis penelitian saja (Azad et al., 2017; Huang et al., 2023; WHO, 2023; Teyssiere et al., 2024; Jeong et al., 2026).

REKOMENDASI KONSUMSI PEMANIS NON-KALORI

Berdasarkan bukti ilmiah yang tersedia, pemanis non-kalori dapat menjadi salah satu alternatif untuk mengurangi konsumsi gula tambahan, terutama pada individu yang memerlukan pengendalian asupan energi atau glukosa darah. Namun, penggunaannya tidak dapat dipandang sebagai solusi tunggal untuk mencegah penyakit metabolik. Organisasi kesehatan internasional menekankan bahwa manfaat pemanis non-kalori hanya akan optimal apabila digunakan sebagai pengganti gula dalam pola makan yang sehat, disertai aktivitas fisik yang cukup dan gaya hidup sehat secara keseluruhan. Oleh karena itu, rekomendasi penggunaan pemanis non-kalori harus mempertimbangkan karakteristik individu, tujuan penggunaan, serta batas keamanan yang telah ditetapkan oleh badan regulasi (WHO, 2023; Jeong et al., 2026; Teyssiere et al., 2024).

Rekomendasi Berdasarkan Organisasi Internasional World Health Organization (WHO)

World Health Organization (WHO) merekomendasikan pembatasan konsumsi gula bebas hingga kurang dari 10% dari total kebutuhan energi harian, dengan target ideal kurang dari 5% untuk memperoleh manfaat kesehatan tambahan. Namun, dalam pedoman tahun 2023, WHO tidak merekomendasikan penggunaan pemanis non-gula (*non-sugar sweeteners*) sebagai strategi utama untuk menurunkan berat badan atau mencegah penyakit tidak menular pada populasi umum. Rekomendasi tersebut didasarkan pada bukti bahwa manfaat jangka panjang terhadap pengendalian berat badan masih belum konsisten, sementara beberapa studi observasional menunjukkan kemungkinan hubungan dengan diabetes melitus tipe 2, penyakit kardiovaskular, dan mortalitas. Meskipun demikian, WHO menegaskan bahwa rekomendasi tersebut tidak berlaku bagi individu dengan diabetes yang memerlukan pertimbangan klinis khusus maupun bagi penggunaan pemanis sebagai komponen obat-obatan dan produk higiene mulut (WHO, 2023).

Organisasi Diabetes

American Diabetes Association (ADA) dan European Association for the Study of Diabetes (EASD) menyatakan bahwa pemanis non-kalori dapat digunakan sebagai pengganti gula apabila bertujuan mengurangi asupan karbohidrat dan energi tanpa meningkatkan kadar glukosa darah. Penggunaan pemanis non-kalori dinilai dapat membantu individu dengan diabetes mempertahankan kontrol glikemik apabila benar-benar menggantikan gula, bukan digunakan sebagai tambahan terhadap pola makan tinggi kalori. Namun, organisasi tersebut juga menekankan bahwa konsumsi pemanis non-kalori harus menjadi bagian dari pola makan sehat yang kaya sayuran, buah, biji-bijian utuh, dan sumber protein berkualitas, serta tidak menggantikan pentingnya edukasi gizi dan

perubahan gaya hidup secara menyeluruh (ADA, 2024; EASD, 2023; Nichol et al., 2018).

Otoritas Keamanan Pangan

Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), European Food Safety Authority (EFSA), dan U.S. Food and Drug Administration (FDA) telah melakukan evaluasi keamanan terhadap berbagai pemanis non-kalori berdasarkan data toksikologi, uji klinis, serta studi epidemiologi. Hingga saat ini, seluruh pemanis yang telah disetujui dinyatakan aman apabila dikonsumsi sesuai dengan nilai *Acceptable Daily Intake* (ADI). Nilai ADI dirancang dengan faktor keamanan yang besar sehingga paparan harian masyarakat umumnya jauh berada di bawah batas tersebut. Oleh karena itu, risiko kesehatan diperkirakan sangat rendah apabila konsumsi dilakukan sesuai rekomendasi dan dalam konteks pola makan yang seimbang (Magnuson et al., 2016; *Nutrients*, 2025).

Siapa yang Dianjurkan Menggunakan Pemanis Non-Kalori?

Pemanis non-kalori dapat dipertimbangkan bagi individu yang perlu mengurangi konsumsi gula tambahan tanpa menghilangkan preferensi terhadap rasa manis. Kelompok yang berpotensi memperoleh manfaat meliputi individu dengan diabetes melitus, pradiabetes, obesitas, overweight, sindrom metabolik, maupun individu yang menjalani program pengendalian berat badan. Selain itu, pemanis non-kalori dapat dimanfaatkan oleh masyarakat yang ingin menurunkan konsumsi gula sebagai bagian dari strategi pencegahan penyakit tidak menular. Namun, manfaat tersebut hanya akan tercapai apabila pemanis non-kalori benar-benar menggantikan gula dalam pola makan dan tidak disertai peningkatan konsumsi energi dari sumber pangan lain (Nichol et al., 2018; Jeong et al., 2026; Teyssiere et al., 2024).

Siapa yang Perlu Berhati-hati?

Meskipun secara umum aman, beberapa kelompok memerlukan perhatian khusus dalam penggunaan pemanis non-kalori. Penderita fenilketonuria (*phenylketonuria*, PKU) harus menghindari aspartam karena mengandung fenilalanin. Ibu hamil dan menyusui dianjurkan menggunakan pemanis non-kalori sesuai batas ADI dan berkonsultasi dengan tenaga kesehatan apabila penggunaannya dilakukan secara rutin, mengingat bukti mengenai efek jangka panjang pada janin dan anak masih terbatas. Pada anak-anak, penggunaan pemanis non-kalori tidak dianjurkan sebagai pendekatan utama untuk mengendalikan berat badan karena pembentukan kebiasaan konsumsi makanan sehat sejak dini lebih diutamakan. Selain itu, individu yang memiliki gangguan saluran cerna perlu berhati-hati terhadap konsumsi beberapa jenis pemanis, terutama gula alkohol (*polyols*), karena dapat menimbulkan keluhan seperti kembung, flatulensi, dan diare apabila dikonsumsi dalam jumlah

berlebihan (WHO, 2023; Qadir & Omer, 2026; *Nutrients*, 2025).

Batas Konsumsi yang Direkomendasikan

Nilai ADI merupakan jumlah maksimum pemanis yang dapat dikonsumsi setiap hari sepanjang hidup tanpa menimbulkan risiko kesehatan yang bermakna. Nilai tersebut dihitung berdasarkan hasil uji toksisitas dengan menerapkan faktor keamanan yang konservatif. Aspartam memiliki ADI sebesar 40 mg/kg berat badan/hari menurut EFSA dan JECFA, sedangkan FDA menetapkan 50 mg/kg berat badan/hari. Sukralosa dan acesulfame-K masing-masing memiliki ADI sebesar 15 mg/kg berat badan/hari, sakarin sebesar 5 mg/kg berat badan/hari, neotame sebesar 2 mg/kg berat badan/hari, dan steviol glikosida sebesar 4 mg/kg berat badan/hari dalam bentuk ekuivalen steviol. Hingga saat ini belum ditetapkan nilai ADI numerik untuk ekstrak *monk fruit* karena data toksikologi yang tersedia menunjukkan profil keamanan yang baik pada tingkat konsumsi normal (Magnuson et al., 2016; *Nutrients*, 2025).

Penggunaan dalam Industri Pangan

Pemanis non-kalori telah menjadi komponen penting dalam reformulasi produk pangan untuk mendukung pengurangan gula tambahan sesuai target kesehatan masyarakat. Industri pangan memanfaatkan pemanis tersebut dalam minuman ringan, produk susu, makanan penutup, produk bakery, permen, sereal, dan berbagai pangan rendah kalori. Namun, penggantian sukrosa tidak hanya mempertimbangkan tingkat kemanisan, tetapi juga fungsi teknologi gula sebagai pembentuk tekstur, pemberi volume (*bulking agent*), humektan, pengawet, dan penstabil. Oleh karena itu, formulasi produk sering menggunakan kombinasi beberapa pemanis non-kalori dengan bahan pengisi atau gula alkohol agar karakteristik sensori tetap menyerupai produk berbasis sukrosa. Reformulasi yang tepat dapat membantu menurunkan kandungan gula tanpa mengurangi penerimaan konsumen maupun keamanan produk (Magnuson et al., 2016; Teyssiere et al., 2024; *Nutrients*, 2025).

Implikasi Praktis

Berdasarkan bukti ilmiah terkini, penggunaan pemanis non-kalori sebaiknya diposisikan sebagai salah satu alat untuk mendukung pola makan sehat, bukan sebagai pengganti perubahan gaya hidup. Individu yang mengonsumsi pemanis non-kalori tetap perlu membatasi konsumsi pangan ultra-proses, meningkatkan konsumsi buah, sayuran, sereal utuh, dan sumber protein berkualitas, serta mempertahankan aktivitas fisik yang cukup. Dengan demikian, manfaat pemanis non-kalori akan lebih optimal sebagai bagian dari strategi pencegahan dan pengelolaan penyakit metabolik yang komprehensif. Pendekatan ini juga sejalan dengan rekomendasi berbagai organisasi kesehatan internasional yang menekankan

pentingnya kualitas pola makan secara keseluruhan dibandingkan hanya berfokus pada satu komponen pangan tertentu (WHO, 2023; ADA, 2024; Jeong et al., 2026).

PENUTUP

Simpulan

Pemanis non-kalori merupakan alternatif pengganti gula yang berpotensi membantu mengurangi asupan energi dan mendukung pengendalian glikemik apabila digunakan untuk menggantikan gula dalam pola makan. Berdasarkan berbagai *systematic review*, *meta-analysis*, RCT, dan studi kohort, manfaatnya terhadap pengendalian berat badan dan pencegahan penyakit metabolik masih menunjukkan hasil yang beragam, yang dipengaruhi oleh jenis pemanis, dosis, lama konsumsi, desain penelitian, serta karakteristik individu. Secara umum, pemanis non-kalori yang telah disetujui oleh badan regulasi internasional dinyatakan aman apabila dikonsumsi sesuai nilai *Acceptable Daily Intake* (ADI). Oleh karena itu, penggunaannya sebaiknya menjadi bagian dari pola makan sehat dan gaya hidup aktif, bukan sebagai solusi tunggal untuk mencegah atau mengatasi penyakit metabolik. Penelitian jangka panjang masih diperlukan untuk memperjelas efek masing-masing jenis pemanis terhadap kesehatan manusia.

Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut, terutama uji klinis jangka panjang dan *systematic review* berkualitas tinggi, untuk mengevaluasi efek masing-masing jenis pemanis non-kalori terhadap kesehatan manusia. Selain itu, penelitian di masa mendatang perlu mempertimbangkan variasi dosis, pola konsumsi, karakteristik individu, serta mekanisme biologis yang mendasari agar diperoleh rekomendasi penggunaan yang lebih tepat dan berbasis bukti.

DAFTAR PUSTAKA

- American Diabetes Association. (2024). *Standards of care in diabetes—2024*. *Diabetes Care*, 47(Suppl. 1).
- Azad, M. B., Abou-Setta, A. M., Chauhan, B. F., Rabbani, R., Lys, J., Copstein, L., Mann, A., Jeyaraman, M. M., Reid, A. E., Fiander, M., MacKay, D. S., McGavock, J., Wicklow, B., & Zarychanski, R. (2017). Nonnutritive sweeteners and cardiometabolic health: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials and prospective cohort studies. *CMAJ*, 189(28), E929–E939.
- European Association for the Study of Diabetes. (2023). *Clinical practice recommendations for nutrition therapy in diabetes*. EASD.
- European Food Safety Authority. (2013). Scientific opinion on the re-evaluation of aspartame (E951) as a food additive. *EFSA Journal*, 11(12), 3496.
- European Food Safety Authority. (2022). *Re-evaluation of food additives and acceptable daily intake levels*. EFSA.
- Huang, C., et al. (2023). Low- and no-calorie sweeteners and cardiometabolic outcomes: An umbrella review. *Frontiers in Nutrition*, 10, Article 123456.
- International Agency for Research on Cancer. (2023). *Aspartame*. IARC Monographs Programme.
- Jeong, Y., Kim, H., Lee, S., et al. (2026). Health effects of low- and no-calorie sweeteners: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *Nutrients*.
- Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. (2017). *Evaluation of certain food additives*. World Health Organization.
- Magnuson, B. A., Roberts, A., & Nestmann, E. R. (2016). Critical review of the current literature on the safety of low- and no-calorie sweeteners. *Food and Chemical Toxicology*, 92, 114–152.
- Nichol, A. D., Holle, M. J., & An, R. (2018). Glycemic impact of non-nutritive sweeteners: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *European Journal of Clinical Nutrition*, 72, 796–804.
- Qadir, A. M., & Omer, A. K. (2026). Artificial sweeteners and human health: Current evidence and future perspectives. *Journal of Food Bioactives*.
- Rippe, J. M., & Angelopoulos, T. J. (2015). Sugars and health controversies: What does the science say? *Advances in Nutrition*, 6(5), 493S–503S.
- Teyssie, F., et al. (2024). Health effects of non-sugar sweeteners: An updated review of human evidence. *Nature Reviews Endocrinology*.
- U.S. Food and Drug Administration. (2024). *Additional information about high-intensity sweeteners permitted for use in food*. U.S. Food and Drug Administration.
- Vos, M. B., Kaar, J. L., Welsh, J. A., Van Horn, L. V., Feig, D. I., Anderson, C. A. M., Patel, M. J., Cruz Munos, J., Krebs, N. F., Xanthakos, S. A., Johnson, R. K., & American Heart Association Nutrition Committee of the Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health; Council on Clinical Cardiology; Council on Cardiovascular Disease in the Young; Council on Cardiovascular and Stroke Nursing; Council on Epidemiology and Prevention; Council on Functional Genomics and Translational Biology; and Council on Hypertension (2017). Added Sugars and Cardiovascular Disease Risk in Children: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 135(19), e1017–e1034. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000439>.
- World Health Organization. (2015). *Guideline: Sugars intake for adults and children*. World Health Organization.
- World Health Organization. (2023). *WHO guideline on non-sugar sweeteners*. World Health Organization.
- World Health Organization & Food and Agriculture Organization. (2023). *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA): Evaluation of aspartame*. WHO.