

RESEARCH STUDY

Versi Bahasa

OPEN ACCESS

Apakah Asupan Natrium Berlebih Merupakan Faktor Risiko Overweight?: Tinjauan Sistematis

Is Excess Sodium Intake a Risk Factor for Overweight?: A Systematic Review

Annisaa Wulida Furqonia¹, Farapti Farapti^{1*}, Hari Basuki Notobroto²¹Departemen Gizi Kesehatan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia²Departemen Epidemiologi, Biostatistika, Kependudukan, dan Promosi Kesehatan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia**INFO ARTIKEL**

Received: 30-09-2022

Accepted: 01-12-2022

Published online: 05-09-2023

***Koresponden:**

Farapti Farapti

farapti@fkm.unair.ac.id

DOI:

10.20473/amnt.v7i3.2023.459-467

Tersedia secara online:<https://e-journal.unair.ac.id/AMNT>**Kata Kunci:**

Natrium, Diet, Overweight, Dewasa

ABSTRAK

Latar Belakang: Konsumsi garam dunia melebihi hingga 200% dari rekomendasi harian. Obesitas merupakan masalah kesehatan terbesar ketiga didunia. Berbagai penelitian mulai menggali mekanisme potensial hubungan antara asupan natrium dengan peningkatan berat badan, risiko kelebihan berat badan dan obesitas.

Tujuan: Menganalisis hubungan antara asupan natrium dengan risiko kelebihan berat badan ditinjau dari status gizi, obesitas sentral dan komposisi tubuh pada populasi dewasa.

Metode : Penelitian ini merupakan tinjauan sistematis. Proses pengumpulan data menggunakan database Pubmed dan Science Direct dengan kata kunci "obese" OR "overweight" OR "adiposity" AND "sodium" OR "salt intake" AND "adult". Artikel dipilih melalui seleksi judul dan abstrak yang kemudian diseleksi kembali sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi.

Ulasan: Terdapat 11 literatur terkait status gizi, 10 literatur terkait obesitas sentral, 3 literatur terkait komposisi tubuh. Asupan natrium berhubungan dengan peningkatan berat badan dan risiko kelebihan berat badan peningkatan berat badan hingga 2,75 kg, peningkatan lingk pinggang hingga 2,15 cm dan peningkatan massa lemak hingga 0,91 kg. Mekanisme potensial yang mendasari hubungan ini antara lain dimediasi dengan asupan energi, peningkatan volume ekstraseluler, peningkatan adipositas, dan perubahan leptin plasma.

Kesimpulan: Terdapat hubungan konsumsi garam berlebih dengan peningkatan berat badan dan faktor risiko kelebihan berat badan dilihat dari status gizi, obesitas sentral dan komposisi tubuh pada populasi orang dewasa. Namun, mekanisme terjadinya hubungan tersebut masih perlu dipelajari lebih lanjut.

PENDAHULUAN

Peningkatan berat badan merupakan fenomena yang saat ini menjadi masalah penting yang berkaitan dengan meningkatnya penyakit tidak menular. Berdasarkan standar world health organization (WHO) Asia Pasifik, obesitas didefinisikan sebagai indeks massa tubuh (IMT) ≥ 25 kg/m². Penilaian status gizi berdasarkan IMT kurang mencerminkan distribusi massa lemak dan komposisi tubuh seseorang. Pengukuran distribusi massa lemak serta komposisi tubuh dapat menggunakan pengukuran antropometrik lain seperti lingk pinggang, lingk perut dan *bioimpedance analysis*²⁻⁴.

Obesitas menjadi tiga besar penyebab permasalahan kesehatan di dunia. Berbagai faktor yang melatarbelakangi terjadinya obesitas, antara lain faktor genetik, asupan berlebih, aktivitas fisik, lingkungan dan emosional⁵. Sementara itu, permasalahan kesehatan yang disebabkan oleh obesitas antara lain penyakit kardiovaskular, penyakit ginjal kronis, diabetes mellitus tipe 2, hipertensi, dan hiperlipidemia⁶. Dalam rentang

tahun 1975-2016, prevalensi obesitas meningkat hampir tiga kali lipat⁷. Lebih dari 1,9 miliar orang dewasa kelebihan berat badan, dengan 650 juta di antaranya mengalami obesitas⁸.

Asupan makanan yang tidak tepat merupakan faktor utama penyebab terjadinya peningkatan berat badan⁹. Tidak hanya selalu berkaitan erat dengan zat gizi makro, dalam beberapa tahun terakhir, obesitas dikaitkan dengan ketidakseimbangan zat gizi mikro seperti natrium¹⁰. Rekomendasi WHO untuk konsumsi garam pada dewasa adalah kurang dari 2.000 mg/hari natrium atau setara dengan 5 g garam¹¹. The American Heart Association merekomendasikan asupan natrium pada dewasa maksimum 2.300 mg/hari yang setara dengan 6 gram garam per hari¹². Kenyataannya, konsumsi garam di dunia berkisar 9 hingga 12 g/hari¹³.

Garam meja merupakan penyumbang natrium terbanyak karena komponen utama dari garam meja adalah natrium (NaCl). Natrium dapat ditemukan dalam bahan makanan yang dikonsumsi sehari-hari seperti ayam, ikan, susu, kedelai. Penggunaannya bumbu harian

seperti kecap manis, kecap asin, dan tauco juga menambah asupan natrium. Selain itu, makanan olahan seperti roti, biskuit, keripik juga mengandung natrium yang cukup tinggi yang apabila tidak diimbangi dengan konsumsi sayur dan buah yang mencukupi dapat mengganggu keseimbangan natrium dalam tubuh.

Hubungan natrium dengan obesitas banyak diselidiki beberapa tahun terakhir. Obesitas dan natrium dikaitkan dengan peningkatan risiko penyakit kronis salah satunya kardiovaskular⁹. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsumsi natrium berkaitan terhadap peningkatan prevalensi obesitas⁹. Hubungan antara asupan natrium dan obesitas dikaitkan dengan peningkatan asupan kalori melalui konsumsi karbohidrat dan lemak sehingga terjadi peningkatan pula asupan natrium¹⁴. Baru-baru ini, berbagai penelitian menyebutkan bahwa asupan natrium berkontribusi terhadap kejadian obesitas terlepas dari asupan energi¹⁵. Asupan garam yang tinggi juga dikaitkan dengan peningkatan asupan cairan akibat rasa haus yang berlebih sehingga dapat meningkatkan asupan minuman manis. Pada orang dewasa, pengurangan asupan natrium berkaitan dengan pengurangan asupan cairan¹⁴. Mekanisme yang mungkin terjadi adalah peningkatan volume ekstraseluler, gangguan keseimbangan leptin³, predisposisi genetik dan sensitivitas garam⁹. Penggunaan natrium pada bahan makanan olahan dan komersil yang berkontribusi terhadap asupan natrium harian serta berbagai temuan hubungan antara asupan natrium dan obesitas membuat peneliti tertarik melakukan tinjauan sistematis terkait mekanisme hubungan antara asupan natrium dengan hipertensi.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *systematic review* pada studi observasional (cross sectional, case control, cohort). Hasil pencarian penelitian primer diuraikan menggunakan metode The Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis (PRISMA) tahun 2020. Database yang digunakan meliputi Pubmed dan Science Direct. Pencarian dilakukan pada Mei-September 2022. Identifikasi penelitian dengan menggunakan Boolean Operator meliputi OR/AND/NOT. Kata kunci (*key words*) yang digunakan adalah "*obese*" OR "*overweight*" OR "*adiposity*" AND "*sodium*" OR "*salt intake*" AND "*adult*". Kriteria pencarian hanya dibatasi pada artikel dengan desain penelitian observasional, lain *fulltext*, artikel berbahasa inggris, dan penelitian diterbitkan 10 tahun terakhir (2013-2022). Kriteria inklusi artikel yang dilibatkan dalam review antara, populasi dewasa usia >19 tahun, memiliki pengukuran asupan natrium dan penanda obesitas. Kriteria eksklusi artikel adalah memiliki konten yang sama dengan artikel yang lain.

Berdasarkan hasil pencarian dari database elektronik didapatkan sebanyak 7.926 artikel yang relevan dengan kata kunci. Setelah menghilangkan artikel duplikasi, rentang lebih dari 10 tahun, tidak *fulltext*, bukan *research article* didapatkan 309 artikel yang selanjutnya disaring dengan melihat kesesuaian judul dan abstrak. Tahap seleksi judul dan abstrak diperoleh 22 artikel yang relevan. Artikel yang relevan kemudian memasuki tahap *Critical Appraisal* dilakukan oleh dua

orang peneliti secara independen dengan menggunakan *JBI critical appraisal tools* untuk penelitian cross sectional dan cohort. Penilaian dilakukan dengan memberi nilai "YA", "TIDAK", "TIDAK JELAS", atau "TIDAK TERJAWAB". Setiap kriteria yang dinilai "YA" mendapatkan 1 poin sementara poin jawaban lain adalah 0. Kemudian, skor dihitung jumlahnya dan dibagi dengan jumlah total pertanyaan. Artikel yang memiliki skor akhir <50% dieksklusi dalam review untuk menghindari bias. Setelah disesuaikan dengan kriteria inklusi didapat 11 artikel yang memenuhi *Critical Appraisal*.

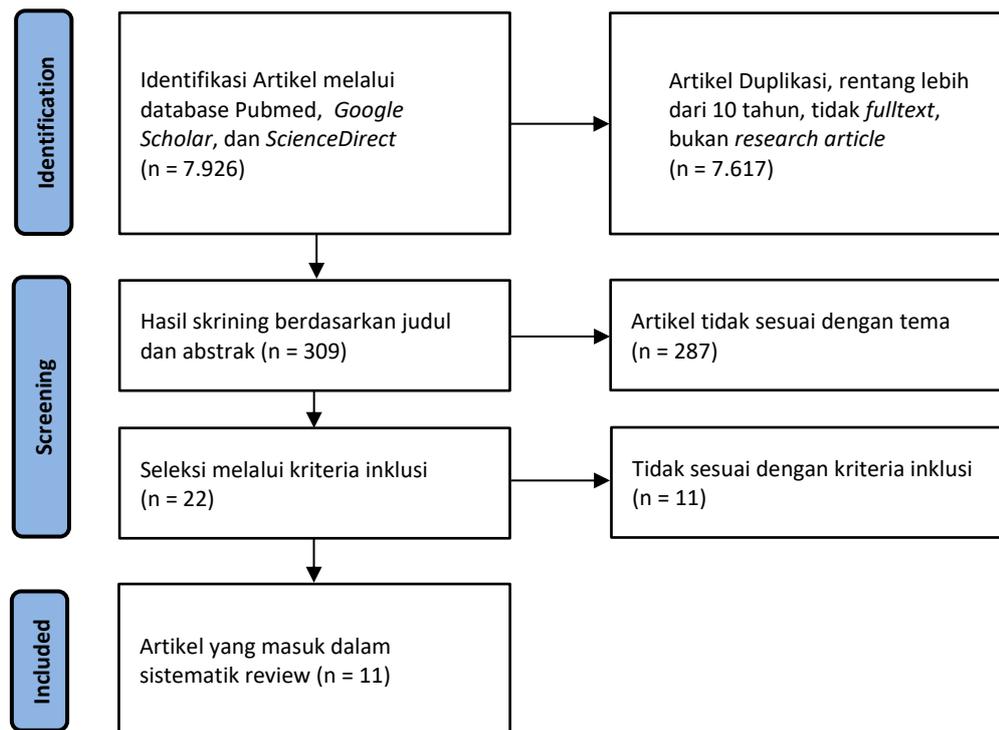
Tahap selanjutnya adalah proses ekstraksi data dengan mengumpulkan informasi penting dalam artikel. Pengumpulan informasi kemudian disajikan dalam bentuk tabel dalam hasil *systematic review*. Penyusunan tabel berisikan sebagai berikut: 1) nama peneliti, 2) judul, 3) subjek, 4) metode, 5) hasil dan kesimpulan, 6) JBI skor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pedoman diet Amerika Serikat merekomendasikan untuk membatasi konsumsi garam dibawah 6 g atau setara dengan 2.300 miligram natrium per hari¹. Sementara, menurut *American Heart Association*, target ideal untuk orang dewasa tidak lebih dari 1.500 miligram setiap hari¹². Namun, sebagian besar dewasa mengkonsumsi natrium berlebih. *Central of Disease Control and Prevention* (CDC) memperkirakan bahwa rata-rata orang dewasa Amerika makan 3.400 gram setiap hari. Bahan makanan utama sumber natrium adalah garam¹. Sejak lama, garam menjadi faktor risiko hipertensi melalui retensi garam dan cairan. Baru-baru ini berbagai penelitian mengaitkan asupan garam dengan faktor risiko kelebihan berat badan/obesitas¹⁶. Dalam sebuah *meta-analysis* menunjukkan bahwa asupan natrium yang tinggi berkontribusi pada peningkatan trigliserida, hipokolesterolemia, HDL, risiko kelebihan berat badan, lingkar pinggang, indeks massa tubuh, obesitas perut, tekanan darah, dan persentase lemak tubuh¹⁷. Asupan natrium dapat meningkatkan kelezatan pada makanan sehingga menambah asupan energi yang masuk dari lemak dan karbohidrat¹⁸. Beberapa makanan yang tinggi natrium dan berdensitas energi tinggi antara lain, keripik, kerupuk, gorengan dan *fast food*.

Penilaian konsumsi garam pada masa lampau adalah dengan menggunakan *semi quantitative food frequencies questionnaire* (SQ-FFQ). Namun, *gold standard* pengukuran asupan natrium adalah menggunakan ekskresi natrium urine 24 jam³. Sementara itu, penentuan status gizi khususnya dalam penentuan kelebihan berat badan dan obesitas secara umum digunakan adalah dengan indeks massa tubuh (BMI). Obesitas sentral dapat ditentukan melalui lingkar pinggang (WC) atau indikator lebih baik menggunakan rasio pinggang-tinggi (WHtR)⁴. Indikator penilaian adiposit lain mulai dikembangkan untuk mendukung BMI dan WC yaitu dengan mengukur komposisi tubuh sehingga dapat mengetahui distribusi lemak dalam tubuh.

Terdapat 11 artikel yang membahas terkait hubungan antara asupan natrium dan kelebihan berat badan melalui indikator penentuan indikator obesitas secara umum (BMI), obesitas sentral (WHtR/WC) dan penilaian distribusi lemak dengan komposisi tubuh dapat dilihat dalam Tabel 1.



Gambar 1. Diagram alur PRISMA *flow chart* tahun 2020 untuk mengidentifikasi literatur faktor risiko overweight dari asupan garam berlebih

Status Gizi

Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan penilaian standar dalam penentuan status gizi. Indeks massa tubuh merupakan hasil dari pembagian antara berat badan dalam satuan kilogram (kg) dan tinggi badan dalam satuan meter (m) dengan kuadrat (kg/m^2)¹⁹. Berbagai penelitian menyebutkan bahwa IMT >25 meningkatkan risiko terkena penyakit kardiovaskular²⁰. Menurut Siburian (2007) risiko terendah seseorang mengalami penyakit kardiovaskular adalah dengan IMT 21-25, risiko meningkat ketika seseorang memiliki IMT 25 hingga 27 kg/m^2 , risiko tinggi apabila IMT seseorang 27 hingga 30 kg/m^2 dan risiko sangat tinggi apabila IMT seseorang mencapai >30 kg/m^2 ⁽²⁰⁾. IMT merupakan ukuran untuk menentukan status gizi seseorang namun tidak dapat menggambarkan komposisi tubuh serta distribusi lemak tubuh secara spesifik.

Temuan dari tinjauan literatur terdapat 10 studi memiliki hubungan positif antara asupan/ekskresi natrium urine dengan kelebihan berat badan^{2-4,6,21-25}. Analisis menggunakan data NHANES menunjukkan bahwa perbedaan 1 gram natrium perhari dikaitkan dengan BMI lebih tinggi 1,03 kg/m^2 terlepas dari asupan energi². Studi di antara populasi Hispanik/Latino AS yang beragam menemukan bahwa setiap peningkatan 500 mg (sekitar 21,75 mmol) asupan natrium secara signifikan dikaitkan dengan 0,07 kg/m^2 BMI lebih tinggi (95% CI: 0,00, 0,15)²⁶. Sejalan dengan studi menggunakan data INTERMAP diantara populasi penduduk China, Jepang, Inggris dan Amerika Serikat setelah disesuaikan dengan faktor pembaur menyebutkan terdapat perbedaan kenaikan BMI subjek pada masing-masing negara²². Asupan garam 1 g/hari yang lebih tinggi dikaitkan dengan peningkatan

BMI lebih tinggi 0,10 kg/m^2 di china, 0,28 kg/m^2 di jepang, 0,42 kg/m^2 di inggris dan 0,52 kg/m^2 di amerika serikat (*p-value* 0,001)²². Risiko kelebihan berat badan/obesitas juga meningkat 21% di Jepang, 4% di China, 29% di Inggris dan 24% di Amerika Serikat seiring dengan peningkatan 1g/hari asupan natrium²².

Obesitas Sentral

Salah satu penentu dalam obesitas sentral adalah lingkaran pinggang. Batasan untuk menentukan obesitas sentral untuk laki laki adalah lingkaran pinggang >90 cm sementara untuk perempuan adalah >80cm (WHO, 2014). Obesitas sentral salah satu penyebab terjadinya penyakit-penyakit degeneratif, antara lain diabetes mellitus tipe 2, dislipidemia, penyakit jantung koroner, hipertensi, kanker dan sindrom metabolik²⁷. Temuan dari tinjauan literatur yang terdiri dari 10 studi pengukuran obesitas sentral menggunakan lingkaran pinggang (WC), rasio pinggang-tinggi (WHtR), dan rasio pinggang pinggul (WHR)^{2-4,6,21,23-25,28,29}. Antropometri tersebut dapat memprediksi persebaran lemak tubuh terutama pada bagian perut. Hasil review dari sepuluh jurnal, delapan diantaranya menunjukkan bahwa asupan natrium yang tinggi berkaitan dengan peningkatan risiko obesitas sentral^{2-4,6,21,24,25,29}.

Sebuah studi di antara populasi Hispanik/Latino AS yang beragam menemukan bahwa setiap peningkatan 500 mg (sekitar 21,75 mmol) natrium diet harian secara signifikan dikaitkan dengan peningkatan lingkaran pinggang 0,18 cm lebih besar (95% CI: 0,00, 0,36)²⁹. Berbeda dengan hasil penelitian di Denmark dengan menggunakan studi MONICA yang diikuti oleh 215 subjek didapatkan hasil bahwa tidak terdapat hubungan antara ekskresi

natrium dengan lingkar pinggang meskipun sudah disesuaikan dengan faktor pembaur. Namun, sampel dalam penelitian tersebut cukup kecil dibanding dengan penelitian yang lain meskipun dilakukan dengan desain cohort²⁸.

Penelitian pada populasi Bangladesh menjelaskan bahwa peningkatan 100 mmol/24 jam asupan natrium yang tidak disesuaikan dengan asupan kalori berkaitan dengan peningkatan 0,20 cm lingkar pinggang (95% CI: 0,10, 0,30). Namun, studi ini tidak menemukan korelasi antara ekskresi natrium dengan rasio pinggang-pinggul dan pinggang-tinggi²³. Dari data survey pemeriksaan kesehatan dan gizi nasional (NHANES) di korea selatan menunjukkan bahwa pada orang dewasa yang memiliki asupan natrium tinggi (3.200 mg) memiliki risiko lebih besar 2,5 kali lipat mengalami obesitas sentral dibandingkan dengan orang dewasa yang memiliki asupan natrium dibawah 2.200 mg (ditentukan melalui lingkar pinggang)³⁰.

Komposisi tubuh

Persentase berat tubuh yang terdiri dari jaringan non lemak dan jaringan lemak disebut sebagai komposisi tubuh³¹. Komposisi tubuh meliputi lemak, otot dan cairan merupakan bagian yang sering berubah. Peningkatan dan penurunan berat badan dikaitkan dengan perubahan distribusi massa lemak, massa bebas

lemak dan cairan dalam tubuh. Pengukuran komposisi tubuh dapat dilakukan dengan in vivo method dengan menggunakan DXA, BIA, MRI, dan Dilution Techniques serta pengukuran dengan metode antropometrik menggunakan skinfold caliper³².

Berdasarkan hasil studi literatur didapatkan 3 artikel menggunakan komposisi tubuh sebagai indikator berat badan lebih/obesitas bersamaan dengan indikator BMI dan WC^{3,4,28}. Ketiga artikel tersebut menunjukkan adanya perbedaan komposisi tubuh meliputi massa lemak dan massa bebas lemak pada subjek yang mengkonsumsi natrium berlebih apabila ditinjau dari asupan dan ekskresi natrium^{3,4,28}. Berdasarkan studi NHANES menunjukkan bahwa perbedaan 1 gram natrium perhari dikaitkan dengan peningkatan 0,91 kg massa lemak tubuh dan 0,32 massa tanpa lemak⁴. Hasil hubungan yang signifikan antara asupan garam dan lemak tubuh pada model yang belum disesuaikan dan telah disesuaikan dengan asupan energi. Namun, dalam komposisi tubuh yang lain tidak ada hubungan antara asupan natrium dengan massa bebas lemak³. Didukung oleh studi yang dilakukan di denmark dengan menggunakan database MONICA didapatkan hasil bahwa tiap peningkatan 100 mmol ekskresi natrium berkaitan dengan peningkatan massa lemak sebesar 0,24 kg dan penurunan massa bebas lemak sebesar 0,21 kg²⁸.

Tabel 1. Literatur terkait hubungan asupan natrium dengan kelebihan berat badan/obesitas

Nama Peneliti	Judul	Subjek	Metode	Hasil dan Kesimpulan	JBI Skor
Ma et al., 2015	<i>High Salt Intake Independent Risk Factor for Obesity?</i>	2.174 orang dewasa (19-64 Tahun)	Cross sectional	Peningkatan asupan garam 1 g/hari dikaitkan dengan peningkatan risiko obesitas sebesar 28% (p=0,0002), Peningkatan massa lemak tubuh 0,91 kg (p=0,001), dan peningkatan risiko obesitas sentral sebesar 20%	87,5%
Larsen et al., 2013	<i>24h Urinary Sodium Excretion and Subsequent Change in Weight, Waist Circumference and Body Composition</i>	215 Dewasa (25–64 Tahun)	Studi longitudinal	Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara ekskresi natrium dan perubahan berat badan atau lingkar pinggang, namun terdapat hubungan antara ekskresi natrium yang signifikan massa lemak (p=0,015) dan massa bebas lemak (p=0,041). Setiap peningkatan 100 mmol terdapat perubahan peningkatan lingkar pinggang 0,35 cm, peningkatan massa lemak 0,24 kg, penurunan massa bebas lemak 0,21 kg.	81,8%
Yi et al., 2014	<i>Independent Associations of Sodium Intake with Measures of Body Size and Predictive Body Fatness</i>	4.613 Dewasa (>20 Tahun)	Cross sectional	Setelah dilakukan penyesuaian, perbedaan 1 g/hari natrium dikaitkan dengan antropometri yang lebih tinggi pada IMT 1,03 kg/m ² ; berat badan 2,75 kg; lingkar pinggang 2,15 cm; prediksi kegemukan tubuh 1,18%. Perbedaan ukuran antropometrik lebih besar terjadi pada wanita setiap peningkatan 1g/hari natrium.	75,0%
Lee et al., 2018	<i>Associations of urinary sodium levels with overweight and central obesity in a population with a sodium intake</i>	16.250 Dewasa (>19 Tahun)	Cohort	Tingkat ekskresi natrium yang tinggi (≥ 3200 mg) menunjukkan peningkatan risiko kelebihan berat badan 2,17 kali dan obesitas sentral 2,5 kali dibandingkan dengan mereka dengan tingkat ekskresi natrium urine yang lebih rendah (< 2200 mg).	75,0%
Crouch et al., 2018	<i>Dietary sodium intake and its relationship to adiposity in young black and white adults: The African-PREDICT study</i>	761 Dewasa (20-30 Tahun)	Cross sectional	Terdapat hubungan antara berat badan, IMT, luas permukaan tubuh, lingkar pinggang, rasio pinggang-panggul, dan rasio pinggang-tinggi dengan asupan natrium (p=0,008) dengan analisis regresi tunggal. Sementara, dengan penyesuaian multivariat hanya luas permukaan tubuh yg memiliki hubungan dengan asupan natrium (p=0,039)	87,5%
Zhou et al., 2018	<i>Salt intake and prevalence of overweight/obesity in Japan, China, the United Kingdom, and the United States: the INTERMAP Study</i>	4.680 Dewasa (40-59 Tahun)	Cross sectional	Setelah disesuaikan untuk faktor perancu potensial, asupan garam 1 g/hari lebih tinggi dikaitkan dengan IMT lebih tinggi di Jepang, Cina, Inggris, dan Amerika Serikat sebesar 0,28 kg/m ² , 0,10 kg/m ² , 0,42 kg/m ² , dan 0,52 kg/m ² (p<0,001). Apabila dikaitkan dengan risiko kelebihan berat badan/obesitas di Jepang, Cina, Inggris, dan Amerika Serikat adalah 21%, 4%, 29%, dan 24% (p< 0,05). Sementara, prevalensi kegemukan/obesitas di Jepang, Cina, Inggris, dan Amerika Serikat adalah 26,7%, 25,5%, 69,7%, dan 71,8%.	100%
Rahman et al., 2022	<i>Urinary Sodium Excretion and Obesity Markers among Bangladeshi Adult Population: Pooled Data from Three Cohort Studies</i>	10.034 Dewasa (>19 Tahun)	Cohort	Setiap peningkatan 100 mmol/24 jam subjek mengalami peningkatan rata-rata IMT 0,10 kg/m ² ; peningkatan 0,39 kg/m ² pada subjek dengan berat badan kurang; dan peningkatan 0,59 kg/m ² pada subjek dengan berat badan lebih. Variabel lingkar pinggang terdapat perubahan 0,20 cm; dengan perubahan 0,18 cm pada subjek dengan berat badan kurus; dan peningkatan 0,23 cm pada subjek dengan berat badan lebih.	81,8%
Elfassy et al.,	<i>Associations of Sodium and</i>	16.415	Cross sectional	Asupan natrium 500 mg/hari lebih tinggi terkait dengan peningkatan IMT	100%

Nama Peneliti	Judul	Subjek	Metode	Hasil dan Kesimpulan	JBI Skor
2022	<i>Potassium with Obesity Measures Among Diverse US Hispanic/Latino Adults: Results from the Hispanic Community Health Study/Study of Latinos</i>	Dewasa (18-74 Tahun)		0,07kg/m ² (p < 0,05) dan lingkar pinggang 0,18 cm (p=0,04). Pada responden yang lahir di AS peningkatan natrium urin 500 mg/hari dikaitkan dengan peningkatan IMT 0,27 kg/m ² (p < 0,01) dan penambahan lemak tubuh 0,54 kg (p < 0,01).	
Mukarami et al., 2015	<i>Ability of self-reported estimates of dietary sodium, potassium and protein to detect an association with general and abdominal obesity: comparison with the estimates derived from 24 h urinary excretion</i>	1.043 Wanita Dewasa (18-22 Tahun)	Cross sectional	Setelah penyesuaian dengan faktor pembaur, Asupan natrium dikaitkan dengan risiko yang lebih tinggi obesitas (IMT) (OR=2,49; p=0,04) dan obesitas sentral (lingkar pinggang) (OR=1,77; p=0,04).	75,0%
Zeng et al., 2015	<i>Are 24 h urinary sodium excretion and sodium:potassium independently associated with obesity in Chinese adults?</i>	1.906 Dewasa (18-69 Tahun)	Cross sectional	Kemungkinan kelebihan berat badan, obesitas dan obesitas perut meningkat secara signifikan di seluruh kuartil peningkatan natrium (p < 0,001). Setiap peningkatan 100 mmol natrium, risiko kelebihan berat badan, obesitas, obesitas perut menurut lingkar pinggang dan obesitas perut menurut rasio pinggang-panggul meningkat 46%, 39%, 55% dan 33%.	75,0%
Mohammadifard et al., 2020	<i>Is urinary sodium excretion related to anthropometric indicators of adiposity in adults?</i>	508 Dewasa (>19 Tahun)	Cross sectional	Setelah mengendalikan faktor perancu, subjek asupan natrium lebih tinggi memiliki peningkatan risiko kelebihan berat 1,004 (p=0,015), obesitas perut 1,004 (p=0,031), dan peningkatan lemak tubuh 1,007 (p=0,001).	87,5%

Efek diet tinggi garam dalam jangka pendek dikaitkan dengan peningkatan tekanan darah. Namun, diet tinggi garam pada jangka panjang dikaitkan dengan obesitas melalui beberapa jalur³³. Berdasarkan tinjauan literatur, asupan natrium berkontribusi pada peningkatan berat badan, obesitas sentral, perubahan komposisi tubuh dan status gizi. Berbagai mekanisme mendasari hal ini dengan didasari oleh asupan energi serta terlepas dari asupan energi.

Mekanisme yang dapat menjelaskan hubungan antara asupan dan ekskresi natrium terhadap peningkatan massa lemak adalah asupan tinggi garam berperan serta meningkatkan asupan makanan berenergi tinggi. Makanan yang memiliki densitas energi tinggi cenderung memiliki kandungan garam yang tinggi pula seperti keju, kerupuk, keripik, dan gorengan sehingga meningkatkan asupan energi total²⁸. Asupan garam yang tinggi juga berkaitan dengan peningkatan asupan minuman tinggi kalori karena garam memiliki sifat menarik air hingga menimbulkan perasaan haus¹⁴. Asupan dengan densitas energi tinggi seperti lemak berkontribusi terhadap peningkatan massa lemak tubuh yang bermanifestasi pada peningkatan berat badan.

Mekanisme selanjutnya yang mungkin terjadi adalah peningkatan volume ekstraseluler. Pemberian asupan garam lebih tinggi mengakibatkan peningkatan hiperosmolalitas transien di vena portal dan hati. Dalam jangka panjang pemberian asupan tinggi natrium mengakibatkan perubahan osmolalitas serum^{3,34}. Peningkatan tekanan osmosis menyebabkan peningkatan zat terlarut sehingga menarik pelarut (air) yang ada dalam ekstraseluler sehingga menyebabkan retensi air. Dalam penelitian, menyebutkan bahwa jika asupan garam dikurangi dari asupan rata-rata saat ini sekitar 10 g (160 mmol) menjadi kurang dari 5g (80 mmol), terdapat pengurangan berat lebih dari 1 kg dan akibatnya volume ekstraseluler berkurang. Oleh karena itu, tidak mengherankan bahwa asupan garam yang tinggi memperburuk kondisi di mana ada retensi natrium dan air sehingga dapat menimbulkan peningkatan berat badan^{3,35}.

Mekanisme peningkatan berat badan yang berasal dari peningkatan asupan natrium yang tidak dimediasi oleh asupan energi pada uji hewan coba adalah diet tinggi garam menginduksi *white adipose tissue* (WAT) dan konsentrasi leptin plasma. Peningkatan WAT dapat disebabkan oleh konsumsi makanan, pengeluaran energi serta hipertrofi dan hiperplasia sel. Namun, pada penelitian hewan coba tersebut, hewan coba mengkonsumsi jumlah makanan yang sama selama masa coba. Peningkatan adipositas pada hewan coba diinduksi oleh metabolisme glukosa yang berkontribusi pada peningkatan massa lemak. Peningkatan kapasitas untuk memasukkan glukosa ke dalam lipid dan aktivitas enzimatis lipogenik yang lebih tinggi mungkin telah mendorong hipertrofi adiposit dan akumulasi lemak yang berlebihan. Mekanisme lain dalam peningkatan adipositas adalah kelebihan garam meningkatkan respons lipolitik basal adiposit visceral dan respons lipolitik yang distimulasi isoproterenol, tanpa menyebabkan penurunan berat badan dan adipositas yang signifikan. Namun, dalam penelitian ini tidak terdapat peningkatan berat badan yang signifikan pada

tikus tanpa garam, rendah garam maupun tinggi garam³⁶.

Perubahan osmolalitas serum ekstraseluler mempengaruhi peningkatan tonisitas sehingga mengaktifkan faktor transkripsi tonEBP (NFAT5) yang menginduksi protein aldose reductase (AR) sehingga mengaktifkan jalur poliol³⁴. Jalur poliol merupakan hiperglikemi intrasel dimana glukosa dimetabolisme oleh aldose reduktase menjadi sorbitol. Peningkatan sorbitol akan mengakibatkan berkurangnya kadar inositol yang menyebabkan gangguan osmolaritas membran basal. Peningkatan sorbitol juga mempengaruhi peningkatan fruktosa endogen melalui mekanisme sorbitol yang diubah menjadi fruktosa oleh sorbitol-6-fosfat 2-dehidrogenase³⁷. Diet tinggi garam pada tikus menyebabkan peningkatan independen fruktokinase (peningkatan metabolisme fruktosa) di mana garam meningkatkan akumulasi lemak³⁴. Hipermetabolisme fruktosa secara jangka panjang menyebabkan terjadinya penurunan sensitifitas insulin sehingga menyebabkan hiperfagia³⁴. Dalam jangka pendek, tikus dengan diet tinggi garam tidak mengalami peningkatan berat badan yang signifikan, namun memasuki minggu ke 13 terjadi perbedaan berat badan yang signifikan antara tikus yang diberi diet rendah garam dan tikus yang diberi diet tinggi garam. Tikus yang diberi diet tinggi garam memiliki berat badan yang berlebih³⁴.

Tinjauan sistematis ini memiliki beberapa kekuatan. Pertama, tinjauan sistematis ini menganalisis berbagai kelompok dalam negara yang berbeda sehingga subjek lebih heterogen sehingga dapat menggambarkan hubungan diberbagai negara. Kedua, asupan natrium dinilai melalui pengukuran *gold standard* yaitu dengan ekskresi natrium urine serta beberapa artikel didukung dengan pelaporan catatan dan recall diet. Ketiga, penentu obesitas ditinjau dari indikator yang cukup beragam yaitu dari perubahan berat badan, IMT, pengukuran obesitas sentral dan distribusi lemak tubuh. Tidak hanya kekuatan, tinjauan sistematis ini tentunya juga memiliki berbagai kelemahan. Pertama, kekurangannya indikator penentu obesitas pada setiap artikel yang dipilih memiliki *cut off* yang berbeda. Kedua, *database* yang digunakan dalam pencarian artikel masih terbatas hanya pada dua sumber. Ketiga, beberapa artikel yang diambil masih menggunakan data sekunder sehingga faktor pembaur sulit untuk dikontrol. Keempat, sebagian besar artikel yang diambil merupakan studi *cross sectional* sehingga tidak dapat digunakan untuk menyimpulkan hubungan sebab-akibat.

KESIMPULAN

Sebagian besar hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan konsumsi garam berlebih dilihat dari asupan natrium dan ekskresi natrium urine 24 jam dengan peningkatan berat badan dan faktor risiko kelebihan berat badan dilihat dari status gizi, obesitas sentral dan komposisi tubuh pada populasi orang dewasa. Namun, mekanisme terjadinya hubungan tersebut masih perlu dipelajari lebih lanjut. Pembatasan konsumsi natrium terutama pada garam meja perlu dilakukan untuk mencegah resiko gangguan kardiovaskular dan perkembangan kelebihan berat badan. Studi masa depan diperlukan untuk (1) Menilai faktor lain penentu perubahan berat badan dan

komposisi tubuh, (2) Memperhatikan faktor perancu lain yang dapat mempengaruhi hasil penelitian, (3) Melakukan penelitian prospektif untuk membuktikan hubungan antara asupan natrium dan kelebihan berat badan.

ACKNOWLEDGEMENT

Terima kasih kepada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga khususnya Prodi Gizi yang telah memberikan saya ilmu yang berkualitas sehingga saya dapat menyelesaikan tinjauan literatur ini. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Universitas Airlangga yang telah memberikan kemudahan dalam akses jurnal.

Konflik Kepentingan dan Sumber Pendanaan

Semua penulis tidak memiliki konflik kepentingan dalam penelitian ini. Penulisan dan publikasi artikel ini menggunakan dana pribadi dan tidak ada bantuan pendanaan dari manapun.

DAFTAR PUSTAKA

- Ogden, C. L., Carroll, M. D., Kit, B. K. & Flegal, M. Prevalence of Childhood and Adult Obesity in the United States, 2011–2012. *Jama* **311**, 806–814 (2016).
- Yi, S. S., Firestone, M. J. & Beasley, J. M. Independent Associations of Sodium Intake with Measures of Body Size and Predictive Body Fatness. *Obesity* **23**, 20–23 (2015).
- Ma, Y., He, F. J. & Macgregor, G. A. High Salt Intake: Independent Risk Factor for Obesity? *Hypertension* **66**, 843–849 (2015).
- Mohammadifard, N., Haghghatdoost, F., Nouri, F., Khosravi, A. & Sarrafzadegan, N. Is Urinary Sodium Excretion Related to Anthropometric Indicators of Adiposity in Adults? *J. Res. Med. Sci. Off. J. Isfahan Univ. Med. Sci.* **25**, 50 (2020).
- Kandinasti, S. & Farapti, F. The Different Intake of Energy and Macronutrient on Weekdays and Weekend among Adolescent an Urban City. *Indian J. Public Heal. Res. Dev.* **10**, 401–406 (2019).
- Lee, J. *et al.* Associations of Urinary Sodium Levels with Overweight and Central Obesity in a Population With a Sodium Intake. *BMC Nutr.* **4**, 1–14 (2018).
- Lim, H. J., Xue, H. & Wang, Y. Global Trends in Obesity BT - Handbook of Eating and Drinking: Interdisciplinary Perspectives. in (ed. Meiselman, H. L.) 1217–1235 (Springer International Publishing, 2020). doi:10.1007/978-3-030-14504-0_157.
- The Lancet Gastroenterology & Hepatology. Obesity: another ongoing pandemic. *Lancet Gastroenterol. Hepatol.* **6**, 411 (2021).
- Moosavian, S. P., Haghghatdoost, F., Surkan, P. J. & Azadbakht, L. Salt and Obesity: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Int. J. Food Sci. Nutr.* **68**, 265–277 (2017).
- Abadi, A. D. R. *et al.* Sodium Status and Its Association with Overweight and Obesity in Adults Living in Yazd, Iran. *J. Nutr. Food Secur.* **4**, 191–199 (2019).
- Organization World Health & World Health Organization. Guideline: Sodium Intake for Adults and Children. *World Heal. Organ.* 1–56 (2012).
- Heart Association, A. How Does Too Much Sodium Affect My Heart Health? (2021).
- Graudal, N. & Jürgens, G. Conflicting Evidence on Health Effects Associated with Salt Reduction Calls for a Redesign of the Salt Dietary Guidelines. *Prog. Cardiovasc. Dis.* **61**, 20–26 (2018).
- He, F. J., Marrero, N. M. & MacGregor, G. A. Salt Intake is Related to Soft Drink Consumption in Children and Adolescents: A Link to Obesity? *Hypertension* **51**, 629–634 (2008).
- Whelton, P. K. *et al.* 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APHA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults a Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical pr. *Hypertension* vol. 71 (2018).
- Grimes, C. A., Bolhuis, D. P., He, F. J. & Nowson, C. A. Dietary Sodium Intake and Overweight and Obesity in Children and Adults: A Protocol For a Systematic Review and Meta-Analysis. *Syst. Rev.* **5**, 3–8 (2016).
- Cheon, S. Y. *et al.* Erratum: Relationship of Sodium Consumption with Obesity in Korean Adults Based on Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2010-2014 (Journal of Nutrition and Health (2017) 50:1 (64-73) DOI: 10.4163/jnh.2017.50.1.64). *J. Nutr. Heal.* **50**, 202 (2017).
- Grimes, C. A. *et al.* The Association Between Dietary Sodium Intake, Adiposity and Sugar-Sweetened Beverages in Children and Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *British Journal of Nutrition* vol. 126 (2021).
- Christy, J. & Bancin, L. J. *Status Gizi Lansia.* (Deepublish, 2020).
- Supriati, L. Stress, Indeks Massa Tubuh (Imt) dengan Kejadian Hipertensi pada Lansia di Kabupaten Malang. *J. Kesehat. Mesencephalon* **3**, 44–50 (2017).
- Crouch, S. H. *et al.* Dietary Sodium Intake and its Relationship to Adiposity in Young Black and White Adults: The African-PREDICT study. *J. Clin. Hypertens.* **20**, 1193–1202 (2018).
- Zhou, L. *et al.* Salt Intake and Prevalence of Overweight/Obesity in Japan, China, the United Kingdom, and the United States: the INTERMAP Study. *Am. J. Clin. Nutr.* **110**, 34–40 (2019).
- Rahman, M. J. *et al.* Urinary Sodium Excretion and Obesity Markers among Bangladeshi Adult Population: Pooled Data from Three Cohort Studies. *Nutrients* **14**, (2022).
- Murakami, K. Ability of Self-Reported Estimates of Dietary Sodium, Potassium and Protein to Detect an Association with General and Abdominal Obesity: Comparison with the Estimates Derived From 24' H Urinary Excretion. *Br. J. Nutr.* **113**, 1308–1318 (2015).

25. Ge, Z. *et al.* Are 24 h Urinary Sodium Excretion and Sodium:Potassium Independently Associated with Obesity in Chinese Adults? *Public Health Nutr.* **19**, 1074–1080 (2016).
26. Zhang, X., Wang, J., Li, J., Yu, Y. & Song, Y. A Positive Association Between Dietary Sodium Intake and Obesity and Central Obesity: Results from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2006. *Nutr. Res.* **55**, 33–44 (2018).
27. Tchernof, A. & Després, J.-P. Pathophysiology of Human Visceral Obesity: An Update. *Physiol. Rev.* **93**, 359–404 (2013).
28. Larsen, S. C., Ångquist, L., Sørensen, T. I. A. & Heitmann, B. L. 24h Urinary Sodium Excretion and Subsequent Change in Weight, Waist Circumference and Body Composition. *PLoS One* **8**, (2013).
29. Elfassy, T. *et al.* Associations of Sodium and Potassium with Obesity Measures Among Diverse US Hispanic/Latino Adults: Results from the Hispanic Community Health Study/Study of Latinos. *Obesity* **26**, 442–450 (2018).
30. Chi, J. H. & Lee, B. J. Risk Factors for Hypertension and Diabetes Comorbidity in a Korean Population: A Cross-Sectional Study. *PLoS One* **17**, e0262757 (2022).
31. Yuliasih & Nurdin, F. Analisis Body Composition Masyarakat Desa Karang Tengah Kabupaten Bogor. *J. Segar* **9**, 14–20 (2020).
32. Ayvaz, G. & Çimen, A. R. Methods for Body Composition Analysis In Adults. *Open Obes. J.* **3**, 62–69 (2011).
33. Allison, S. J. Metabolism: High Salt Intake as a Driver of Obesity. *Nat. Rev. Nephrol.* **14**, 285 (2018).
34. Lanaspa, M. A. *et al.* High Salt Intake Causes Leptin Resistance and Obesity in Mice by Stimulating Endogenous Fructose Production and Metabolism. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* **115**, 3138–3143 (2018).
35. MacGregor, G. A. Salt - More Adverse Effects. *Am. J. Hypertens.* **10**, 37–41 (1997).
36. Fonseca-Alaniz, M. H. *et al.* High Dietary Sodium Intake Increases White Adipose Tissue Mass and Plasma Leptin in Rats. *Obesity* **15**, 2200–2208 (2007).
37. Ubaidillah, Z. Promotif dan Preventif Bagi Klien Diabetes di Puskesmas Cipto Mulyo Malang terhadap Resiko Kecelakaan Dalam Berkendaraan. *El-Mujtama J. Pengabd. Masy.* **2**, 135–150 (2021).