

DIETARY ACID LOAD, KESEIMBANGAN ASAM BASA TUBUH DAN RESISTENSI INSULIN PADA REMAJA OBESITAS

Nauval Rifqy Ramadhan, Hartanti Sandi Wijayanti*)

*) Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
Jln. Prof. H. Soedarto, SH., Semarang, Telp (024) 8453708, Email : gizifk@undip.ac.id

ABSTRACT

Background: Adolescent obesity has become a major health problem. Its prevalence rates is increasing from year to year. Obesity has long been known to have a pathophysiological relations with insulin resistance. Diet with a high dietary acid load may cause the acid-base imbalance, which likely to cause insulin resistance

Methods: The study design was cross-sectional and total samples were 38 obese adolescents in Semarang high school. We measured PRAL score as a dietary acid load indicator, pH urine as a acid base balance indicator, and HOMA-IR as an insulin resistance indicator. PRAL score and pH urine set as independent variables and insulin resistance as dependent variable, while the physical activity and intake factors (energy, protein, fat, carbohydrates) set as confounding variable. The bivariate analysis was performed by using Spearman rank test, while multivariate analysis was performed by using Multivariate Linear Regression analysis.

Results: There was a significant correlation between PRAL scores with HOMA-IR value ($r=0,886$; $p<0,001$). There was no relationship between pH urine with HOMA-IR value. Multivariate tests indicated that dietary acid load ($\beta = 0,851$; $p < 0,001$; Adjusted R Square = 82.5%) and fat intake ($\beta = 0,164$; $p = 0,029$; Adjusted R Square = 82.5%) are significantly related to the HOMA-IR value.

Conclusion: There was a significant correlation between dietary acid load and insulin resistance.

Keywords: PRAL, obesity, insulin resistance, acid-base balance, intake

ABSTRAK

Latar Belakang: Obesitas pada kelompok usia remaja telah menjadi salah satu masalah kesehatan yang menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun. Obesitas telah lama diketahui mempunyai hubungan patofisiologis dengan kondisi resistensi insulin. Diet dengan beban asam (Dietary Acid Load) tinggi, dapat menimbulkan gangguan keseimbangan asam basa tubuh, yang berpotensi menimbulkan resistensi insulin.

Metode: Rancangan penelitian ini adalah Cross-Sectional dengan jumlah subjek sebanyak 38 remaja di lingkungan SMA Semarang. Skor PRAL dihitung sebagai indikator Dietary Acid Load, pH urin sebagai indikator keseimbangan asam basa, dan HOMA-IR sebagai indikator resistensi insulin. Dietary acid load dan pH urin ditetapkan sebagai variabel bebas dan resistensi insulin sebagai variabel terikat, sedangkan aktivitas fisik dan faktor asupan (energi, protein, lemak, karbohidrat) sebagai variabel perancu. Analisis bivariat menggunakan uji Rank Spearman. Analisis multivariat menggunakan analisis Multivariate Linear Backward Regression.

Hasil: Ada hubungan antara skor PRAL dengan nilai HOMA-IR ($r=0,886$; $p=0,000$). Tidak ada hubungan antara pH urin dengan HOMA-IR. Uji multivariat menunjukkan dietary acid load ($\beta=0,851$; $p=0,000$; Adjusted R Square=82,5%) dan asupan lemak ($\beta = 0,164$; $p = 0,029$; Adjusted R Square = 82.5%) adalah variabel yang paling berhubungan secara signifikan terhadap nilai HOMA-IR

Kesimpulan: Ada hubungan yang signifikan antara dietary acid load dengan resistensi insulin pada remaja obesitas.

Kata Kunci: PRAL, obesitas, remaja, resistensi insulin, keseimbangan asam basa, asupan

PENDAHULUAN

Permasalahan kesehatan pada remaja sudah seharusnya mendapatkan perhatian yang mendalam, karena remaja merupakan kelompok usia dengan gaya hidup yang paling rentan, salah satunya dari segi diet.¹ Diet berperan besar pada perkembangan kejadian kelebihan berat badan.² Data Riskesdas tahun 2013 menunjukkan peningkatan prevalensi obesitas pada kelompok usia remaja, dari 2,5% pada tahun 2010 menjadi 10,8% pada tahun 2013.³

Obesitas diketahui mempunyai hubungan patofisiologis dengan kondisi resistensi insulin⁴. Resistensi insulin didefinisikan sebagai kondisi klinis

dengan kemunduran potensi insulin dalam meningkatkan pengambilan glukosa dan penggunaan glukosa oleh sel-sel tubuh. Resistensi insulin berkaitan dengan perkembangan penyakit kardiovaskular jangka panjang, komplikasi metabolik, dan gangguan ginjal, yang meliputi hipertensi, prediabetes, penyakit perlemakan hepar, diabetes mellitus tipe-2, dan gangguan ginjal kronis (GGK)⁵. Pada praktek klinis, pengukuran resistensi insulin dapat dideteksi melalui pemeriksaan *Homeostatis Model Assessment of insulin Resistance* (HOMA-IR), dalam menetapkan resistensi insulin dan sekresi insulin⁶.

Diet yang mengandung beban asam (*Dietary Acid Load*) yang tinggi, mampu menyebabkan penurunan nilai pH darah hingga ke batas nilai normal terendah. Kondisi ini, apabila tidak dikompensasi oleh mekanisme homeostatis atau modifikasi diet, dapat menimbulkan ketidakseimbangan asam basa tubuh yang disebut asidosis metabolik kronis.⁷ Selanjutnya asidosis metabolik dapat memperbanyak sekresi glukokortikoid dan meningkatkan konsentrasi plasma kortisol, yang mungkin menimbulkan resistensi insulin⁸. Dalam praktek klinis terdapat beberapa pemeriksaan yang dapat digunakan untuk mengetahui keseimbangan asam basa tubuh. Diantaranya pemeriksaan analisa gas darah dan pemeriksaan pH urin pertama, di pagi hari.⁹

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti tertarik untuk menganalisis hubungan *dietary acid load* dan keseimbangan asam basa tubuh dengan resistensi insulin pada remaja obesitas.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 1 Semarang dan SMA Negeri 12 Semarang. Pengambilan data dilakukan pada bulan Agustus hingga September 2016. Ruang lingkup penelitian ini termasuk dalam bidang gizi masyarakat. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif analitik dengan menggunakan pendekatan cross-sectional.

Populasi target penelitian ini adalah seluruh remaja obesitas di kota Semarang. Populasi terjangkau dalam penelitian ini yaitu siswa obesitas di SMA Negeri 1 Semarang dan SMA Negeri 12 Semarang. Sampel dalam penelitian ini adalah siswa obesitas yang memenuhi kriteria inklusi. Besar sampel dihitung menggunakan rumus perhitungan sampel koefisien korelasi sehingga didapatkan total sampel sebanyak 38 orang. Dari 124 siswa yang termasuk kategori obesitas berdasarkan IMT/U, peneliti mendapatkan 38 subjek yang memenuhi kriteria inklusi, sebagian besar siswa mengundurkan diri karena tidak bersedia diambil sampel darahnya. Semua subjek yang masuk kriteria inklusi, diambil sebagai subjek penelitian. Kriteria inklusi subjek adalah bersedia menjadi sampel penelitian dengan mengisi *informed consent*, mengalami obesitas yang ditandai dengan IMT/U persentil ≥ 95 , tidak sedang mengonsumsi obat-obatan jenis antasid maupun diuretik dan multivitamin, tidak sedang menjalankan diet tertentu, tidak sedang mengalami infeksi saluran kemih (ISK), tidak merokok, dan tidak memiliki penyakit diabetes melitus.

Variabel bebas (independen) dalam penelitian ini adalah *dietary acid load* dan keseimbangan asam basa, variabel terikatnya adalah resistensi insulin, dan variabel perancunya adalah

aktivitas fisik dan asupan energi, karbohidrat, dan lemak. *Dietary acid load* dihitung menggunakan rumus PRAL (*Potential renal acid load*), keseimbangan asam basa diukur dengan pH urin, resistensi insulin diukur dengan nilai HOMA-IR dan aktivitas fisik dihitung dengan *international Physical Activity Questionnaire* (IPAQ).

Data identitas subjek diperoleh melalui wawancara. Penimbangan berat badan menggunakan timbangan injak digital dengan ketelitian 0,1 kg. Pengukuran tinggi badan menggunakan *microtoise* dengan ketelitian 0,1 cm. Data BB dan TB digunakan untuk menentukan status gizi berdasarkan persentil IMT/U. Pengambilan sampel darah juga dilakukan untuk pemeriksaan GDP dan insulin puasa. Pengambilan sampel darah dilakukan pagi hari, setelah puasa minimal 8 jam. Skor HOMA-IR dihitung menggunakan rumus: $HOMA-IR = (GDP \text{ (mg/dl)} \times \text{Insulin Puasa (}\mu\text{U/L)}) / 405$. Nilai acuan yang digunakan untuk menentukan resistensi insulin pada remaja obesitas adalah $\geq 3,16$.^{10,11} Pengambilan sampel urin dilakukan untuk pemeriksaan pH urin. Waktu pengambilan urin adalah saat pagi hari, setelah berpuasa minimal 8 jam. Penelitian ini menggunakan pH urin sebagai indikator pemeriksaan status asam basa tubuh, dengan alasan mudah dilakukan dan relatif lebih murah. Data asupan diperoleh melalui wawancara kebiasaan konsumsi makanan menggunakan formulir *Semi Quantitative Food Frequency Questionnaire* (SQ-FFQ). Data asupan yang digunakan dalam satuan gram (g) dan dianalisis menggunakan *software nutrisurvey*. *Dietary acid load* dihitung menggunakan rumus PRAL (*Potential Renal Acid Load*) berikut ini: $PRAL \text{ (mEq/hari)} = 0,49 \times \text{asupan protein (g/hari)} + 0,036 \times \text{asupan fosfor (mg/hari)} - 0,0205 \times \text{asupan kalium (mg/hari)} - 0,0125 \times \text{kalsium (mg/hari)} - 0,0263 \times \text{magnesium (mg/hari)}$.

Analisis data menggunakan analisis komputer. Analisis univariat digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik sampel berupa usia, jenis kelamin, skor PRAL, kadar GDP, kadar insulin puasa, skor HOMA-IR, aktivitas fisik, serta asupan makronutrien. Data diuji normalitasnya menggunakan uji *Saphiro-Wilk* ($n < 50$). Analisis bivariat digunakan untuk mengetahui hubungan masing-masing variabel bebas (*dietary acid load* dan keseimbangan asam basa) dengan variabel terikat (resistensi insulin) menggunakan uji korelasi *Rank-Spearman*. Analisis multivariat dilakukan dengan uji regresi linear untuk menganalisis hubungan variabel bebas dengan variabel terikat yang dipengaruhi oleh variabel perancu. Analisis data menggunakan program komputer dengan tingkat kemaknaan $\alpha = 0,05$.

HASIL PENELITIAN

Karakteristik Subjek Penelitian

Tabel 1 menunjukkan karakteristik subjek dari penelitian ini. Setelah melalui proses skrining, terdapat 38 subjek yang terdiri atas 23 laki-laki dan 15 perempuan yang bersedia menjadi responden penelitian. Berdasarkan hasil pengukuran antropometri diketahui rentang berat badan subjek adalah 59,9-128,3 kg. Hasil pengukuran tinggi badan menunjukkan rentang tinggi badan subjek adalah 141,85-180,15 cm. Perhitungan skor aktivitas fisik menunjukkan 100% subjek masuk pada kategori aktivitas fisik ringan.

Skor PRAL dari subjek penelitian ini memiliki nilai rata-rata 13,39, dengan rentang skor PRAL -2,95 hingga 35,4. Sebanyak 21 subjek (55,3%) memiliki skor PRAL diatas rata-rata. Kadar GDP dari subjek menunjukkan bahwa sebagian besar subjek (92,1%) masih berada dalam kategori normal dengan sebagian kecil lainnya (7,9%) masuk dalam kategori kadar GDP tinggi. Berdasarkan hasil laboratorium kadar insulin puasa, diketahui 23 subjek (60,5%) memiliki kadar insulin puasa yang tergolong tinggi yaitu diatas > 25 IU/ml. Dari perhitungan skor HOMA-IR, diketahui sebanyak 34 subjek (89,5%) memiliki skor HOMA-IR tinggi.

Tabel 1. Karakteristik subjek

Variabel	N	%	Min	Maks	Mean±SD	Median
Usia			14	17	15,68±0,96	15,0
Jenis Kelamin						
Laki-laki	23	60,5				
Perempuan	15	39,5				
Berat Badan			59,9	128,3	80,85±15,65	77,4
Tinggi Badan			141,85	180,15	160,73±9,90	160,0
IMT/U			1,8	4,15	2,473±0,55	95,5
Aktivitas Fisik			240	594	430,46±96,75	
Skor PRAL (FFQ)			-2,95	35,4	13,39±8,58	11,425
< 13,39 mEq	21	55,3				
> 13,39 mEq	17	44,7				
pH urin			5,0	7,0	5,93±0,50	6,0
Kadar GDP			73	114	88,9±8,86	88,0
Normal (<110 mg/dl)	35	92,1				
Tinggi (≥ 110 mg/dl)	3	7,9				
Nilai HOMA-IR			2,09	29,30	8,03±5,88	5,8968
Normal (< 3,16)	4	10,5				
Tinggi (≥ 3,16)	34	89,5				
Kadar Insulin Puasa			9,61	104,8	35,42±22,7	27,8665
Normal (< 25 IU/ml)	15	39,5				
Tinggi (> 25 IU/ml)	23	60,5				

Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan asupan harian dari subjek penelitian. Pada perhitungan asupan berikut ini, diketahui sebanyak 15 subjek (39,5%) asupan energinya tergolong lebih, asupan protein 24 subjek (63,1%) tergolong lebih, asupan lemak 16 subjek (42,1%) tergolong lebih, dan asupan karbohidrat 18 subjek (47,3%) yang tergolong

lebih. Berdasarkan perhitungan asupan mikronutrien, diketahui asupan fosfor 20 subjek (52,6%) tergolong kurang, asupan kalsium 35 subjek (92,7%) tergolong kurang, asupan kalium 36 subjek (94,7%) tergolong kurang, dan asupan magnesium 33 subjek (86,8%) tergolong tinggi.

Tabel 2. Asupan harian subjek penelitian

Variabel	n	%	Min	Maks	Mean±SD	Median
Asupan Energi			1533,5	2957,6	2236,01±513,13	1921,3
Kurang (<80%)	9	23,7				
Cukup (80-100%)	14	36,8				
Lebih (>100%)	15	39,5				
Asupan Protein			46,2	260,8	95,19±47,83	86,05
Kurang (<80%)	8	21,1				
Cukup (80-100%)	6	15,8				
Lebih (>100%)	24	63,1				
Asupan Lemak			38,4	147,50	71,61±25,05	65,1
Kurang (<80%)	10	26,3				
Cukup (80-100%)	12	31,6				

Lebih (>100%)	16	42,1				
Asupan Karbohidrat			123,7	348,7	239,01±59,69	236,35
Kurang (<80%)	12	31,6				
Cukup (80-100%)	8	21,1				
Lebih (>100%)	18	47,3				
Asupan Fosfor			748	1716,7	1184,66±244,47	1166,95
Cukup (1200 mg)	18	47,4				
Kurang (< 1200 mg)	20	52,6				
Asupan Kalsium			90,7	1460,0	611,14±264,55	579
Cukup (1200 mg)	3	7,9				
Kurang (< 1200 mg)	35	92,1				
Asupan Kalium			925,4	4441,0	2098,5±980,64	1772,7
Cukup	2	5,3				
Kurang	36	94,7				
Asupan Magnesium			50,50	1035,8	408,62±175,52	375,75
Cukup	5	13,2				
Tinggi	33	86,8				

Hubungan Kadar GDP dengan Resistensi Insulin

Tabel 3 menunjukkan hubungan antara kadar GDP dengan kadar insulin puasa dan skor HOMA-IR. Kadar GDP memiliki hubungan yang signifikan dengan kadar insulin puasa ($r=0,359$; $p=0,027$) dan

skor HOMA-IR ($r=0,436$; $p=0,006$). Berdasarkan uji korelasi ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar GDP subjek maka semakin tinggi kadar insulin puasanya, dan semakin tinggi kadar GDP subjek maka semakin tinggi skor HOMA-IR subjek.

Tabel 3. Hubungan kadar GDP dengan Insulin Puasa dan skor HOMA-IR

Variabel	Insulin Puasa		HOMA-IR	
	r	p	r	p
Kadar GDP	0,359	0,027	0,436	0,006

Hubungan Dietary Acid Load dan Keseimbangan Asam Basa dengan Resistensi Insulin

Tabel 4 menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara skor PRAL dengan nilai

HOMA-IR ($r=0,886$; $p < 0,001$), sedangkan untuk indikator keseimbangan asam basa, pH urin menunjukkan tidak adanya hubungan dengan nilai HOMA-IR ($r=-0,064$; $p=0,704$).

Tabel 4. Hubungan Dietary Acid Load dan Keseimbangan Asam Basa dengan Resistensi Insulin

Variabel	HOMA-IR	
	r	p
Skor PRAL	0,886	< 0,001
pH Urin	-0,064	0,704

Hubungan Asupan dengan Resistensi Insulin

Tabel 5 menunjukkan adanya hubungan antara asupan lemak dengan HOMA-IR secara signifikan ($p<0,05$), namun tidak ada hubungan antara asupan energi dengan nilai HOMA-IR ($p>0,05$). Hal ini juga terjadi pada asupan protein dan

karbohidrat yang tidak memiliki hubungan terhadap nilai HOMA-IR ($p>0,05$). Data pada tabel 5 menunjukkan bahwa variabel perancu yang berpengaruh terhadap HOMA-IR adalah asupan lemak.

Tabel 5. Hubungan Energi dan Makronutrien dengan Resistensi Insulin

Variabel	HOMA-IR	
	r	p
Asupan Energi	0,126	0,452
Asupan Karbohidrat	0,113	0,498
Asupan Protein	0,137	0,142
Asupan Lemak	0,351	0,031

Tabel 6 menunjukkan hasil analisis multivariat. Berdasarkan analisis multivariat, didapatkan hasil antara skor PRAL, asupan protein, dan asupan lemak yang berhubungan dengan skor HOMA-IR adalah asupan lemak ($\beta=0,164$; $p=0,029$)

dan skor PRAL ($\beta=0,851$; $p<0,001$). Nilai $p<0,001$ menunjukkan bahwa skor PRAL memiliki hubungan yang paling signifikan dengan skor HOMA-IR dibandingkan asupan lemak.

Tabel 6. Analisis Multivariat antara Skor PRAL dan Asupan Lemak dengan Skor HOMA-IR

	<i>Standardized β coefficient</i>	<i>p</i>	<i>Adjusted R-Square</i>
Skor PRAL	0,851	< 0,001	82,5%
Asupan Lemak	0,164	0,029	

PEMBAHASAN

Metode yang paling banyak digunakan untuk menghitung *dietary acid load* (DAL) adalah *Potential Renal Acid Load* (PRAL)¹². PRAL mengestimasi tingkat penyerapan usus terhadap zat gizi yang berkontribusi terhadap keseimbangan asam basa yaitu protein, kalium, kalsium, magnesium, dan fosfor.¹² Kelima zat gizi tersebut masuk dalam perhitungan PRAL karena magnesium, kalsium, dan kalium termasuk dalam golongan mineral yang paling banyak di dalam tubuh dan memiliki sifat basa yang berfungsi menjaga keseimbangan asam basa tubuh dengan mengimbangi beban asam harian yang berasal dari protein dan fosfor.^{13,14,15}

Berdasarkan pengukuran asupan makan menggunakan FFQ, peneliti menemukan 63,1% subjek mempunyai asupan protein yang melebihi kebutuhan harian dan 52,6% subjek dengan asupan fosfor yang kurang dari kebutuhan normal. Untuk prekursor basa ditemukan 92,1% subjek mempunyai asupan kalsium kurang, 94,7% kekurangan asupan kalium dan 86,8% subjek mempunyai asupan tinggi magnesium. Pada penelitian ini terdapat 44,7% subjek yang mempunyai nilai PRAL diatas nilai rerata.

Dari data penelitian ini, PRAL yang tinggi pada sebagian subjek, dimungkinkan muncul karena pola makan yang tinggi asupan protein serta rendah kalsium dan kalium.

Secara umum, pada penelitian ini asupan makan subjek yang mempunyai PRAL diatas rata-rata, mempunyai pola makan dengan asupan tinggi protein, dan kalium rendah, namun selain itu penelitian ini juga menemukan subjek dengan asupan protein yang tinggi dengan diiringi asupan kalium yang tinggi, memiliki nilai PRAL dibawah rata-rata. Penelitian Remer dkk menunjukkan bahwa makanan yang tinggi

prekursor asam sebagian besar berasal dari sumber protein hewani seperti daging, telur, olahan susu dan juga beberapa bahan makanan sereal, sedangkan buah-buahan dan sayuran merupakan makanan yang mengandung prekursor basa seperti kalium.¹⁶ Penelitian ini menemukan sumbangan protein terbesar berasal dari protein hewani seperti daging ayam, telur ayam, ikan sarden, dan telur ayam.

Protein hewani berhubungan dengan tingginya skor PRAL karena kandungan asam amino yang mengandung sulfur terdapat pada bahan makanan protein hewani, sehingga bahan makanan sumber protein hewani merupakan penyumbang prekursor asam.²⁵ Sebaliknya, protein dari sumber nabati, tidak hanya mengandung asam amino tetapi juga kaya akan vitamin dan mineral seperti kalium yang merupakan penyumbang prekursor basa dalam tubuh.¹⁶ Pola makan tinggi protein hewani dan rendah protein nabati, menyebabkan peningkatan *dietary acid load*.¹⁶ Diet dengan tinggi asupan protein hewani bisa digolongkan kepada *Western diet*, dimana diet ini kaya akan produk hewani yang dapat menginduksi beban asam tubuh namun dengan sedikit asupan sayuran dan buah-buahan.¹⁷ Kebiasaan diet seperti ini, menurut Smit dkk mampu menyumbangkan *acid-load* pada tubuh kurang lebih 1 mEq/kg/hari.¹⁸

Dari hasil pemeriksaan, terdapat 89,5% subjek yang memiliki nilai HOMA-IR tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar subjek sudah memasuki kategori resistensi insulin. Hasil pemeriksaan insulin puasa, sebanyak 60,5% subjek juga berada dalam kategori tinggi. Kadar GDP menunjukkan 92,1% subjek memiliki kadar GDP normal. Hasil pengukuran HOMA-IR pada penelitian ini, yang menunjukkan sebagian subjek masuk dalam kategori resistensi insulin,

namun kadar GDP nya masih cenderung normal, sejalan dengan beberapa penelitian terdahulu, yang menunjukkan bahwa hiperglikemi merupakan termin akhir, setelah seseorang mengalami resistensi insulin yang cukup lama dalam bentuk Toleransi Glukosa Terganggu (TGT) dan/atau Gula Darah Puasa Terganggu (GDPT) yang disebut keadaan *prediabetes*.^{20,21} Pada usia remaja, metabolisme karbohidrat masih mampu berjalan dengan baik, karena tubuh masih dapat mempertahankan kadar glukosa darah dalam kategori normal.²²

Peneliti menemukan adanya hubungan yang signifikan antara *dietary acid load* dengan nilai HOMA-IR pada subjek remaja obesitas. Pada penelitian ini juga ditemukan bahwa *dietary acid load* memiliki korelasi dengan HOMA-IR ($r=0,851$) yang lebih besar, dibanding dengan korelasi antara GDP dengan HOMA-IR ($r=0,436$). Hal ini menunjukkan bahwa *dietary acid load* lebih berpengaruh terhadap resistensi insulin, dibandingkan kondisi hiperglikemi. Uji regresi linear menunjukkan hasil antara skor PRAL, asupan karbohidrat, dan asupan lemak yang berhubungan dengan skor HOMA-IR adalah asupan lemak ($p=0,029$) dan skor PRAL ($p<0,001$). Nilai $p<0,001$ menunjukkan bahwa setelah dikontrol dengan asupan energi, lemak, protein, dan karbohidrat, skor PRAL memiliki hubungan yang paling signifikan dengan skor HOMA-IR.

Mekanisme yang mungkin mendasari pengaruh *dietary load acid terhadap* kondisi resistensi insulin adalah, diet yang mengandung beban asam (*Dietary Acid Load*) tinggi, mampu menyebabkan terjadinya asidosis metabolik ringan.¹⁹ Asidosis metabolik memperbanyak sekresi glukokortikoid dan meningkatkan konsentrasi plasma kortisol, yang mungkin menimbulkan resistensi insulin.⁹ Mekanisme lainnya yang diusulkan oleh Akter dkk juga menyebutkan *Dietary load acid* yang tinggi meningkatkan sekresi urin terhadap kalsium dan magnesium, yang merupakan mineral penting untuk kegiatan insulin.⁹

Pada penelitian ini tidak terdapat hubungan antara pH urin dengan HOMA-IR. Diketahui pH urin semua subjek masih tergolong normal dengan rentang pH 5,0-7,0. Usia berpengaruh terhadap pH urin, dimana fungsi ginjal semakin menurun seiring bertambahnya

usia, dan terjadi kenaikan H^+ dalam darah dan ekskresi H^+ kurang efisien pada usia individu yang lebih tua.²³ Sebuah penelitian longitudinal mengenai efek penuaan pada fungsi ginjal juga menunjukkan bahwa pada subjek dengan usia 70 tahun pH urin cenderung lebih asam dibandingkan dengan subjek yang berusia 45 tahun.²⁴

SIMPULAN

Penelitian ini menemukan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara *dietary acid load* dengan resistensi insulin pada remaja obesitas..

SARAN

Perlu diberikan edukasi terhadap kaum remaja bagaimana pentingnya mengatur diet harian di usia mereka saat ini. Asupan sayur dan buah-buahan yang mengandung prekursor basa penting untuk menyeimbangkan asupan protein yang mengandung prekursor asam. Konsumsi sayuran dan buah dianjurkan sebanyak 3-5 porsi per hari. Mengganti sumber asupan protein hewani menjadi protein nabati juga dapat dilakukan. Bahan makanan sumber protein nabati diantaranya adalah tempe, tahu, dan kacang-kacangan. Variasi jus buah seperti jus pisang, atau jus mangga merupakan alternatif makanan dengan prekursor basa, yang bisa diasup dengan mudah di sekolah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia yang telah diberikan kepada penulis. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh responden di SMAN 1 dan SMAN 12 Semarang, teman-teman enumerator, dan semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Khasanah, N. Hubungan Pengetahuan Gizi Dan Konsumsi *Western Fast Food* (Frekuensi Dan Sumbangan Energi) Dengan Status Gizi Remaja Di SMP Muhammadiyah 10 Surakarta (Doctoral Dissertation). Universitas Muhammadiyah Surakarta. 2014.
2. Rebecca SW, Kozan P, Dorit SB. The Role of Dietary Acid Load and Mild Metabolic Acidosis

- in Insulin Resistance in Humans. *Biochimie xxx*. 2015; p 1-7.
3. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas 2013). Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2013.
 4. Lee JM, Okumura MJ, Davis MM, Herman WH, Gurney JG. Prevalence And Determinants Of Insulin Resistance Among U.S. Adolescents: A Population-Based Study. *Diabetes Care* 2006; 29:2427-2432.
 5. Connell AW, Sowers JR. The Cardio Renal Metabolic Syndrome. *Journal of the American Society of Hypertension: JASH* 2014; 8(8); 604.
 6. Renaldi, O. Peran Adiponektin terhadap Kejadian Resistensi Insulin pada Sindrom Metabolik. Yogyakarta: Divisi Metabolik Endokrin Bagian Ilmu Penyakit Dalam FK UGM/ RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta. 2009.
 7. William RS, Heilbronn LK, Chen DL, Coster AC, Greenfield JR, Samocha-Bonet. Dietary acid load, metabolic acidosis and insulin resistance e Lessons from cross-sectional and overfeeding studies in humans. *Clin Nutr*. 2015 Oct;35(5): 1084-1090.
 8. Druet D, Dabbas M, Baltakse V, Payen C, Jouret B, Baud C, et al. Insulin Resistance And The Metabolic Syndrome In Obese French Children. *Clin Endocrinol*. 2006; 64: 672-678.
 9. Akter S, Eguchi M, Kuwahara K, Kochi T, Ito R, Kurotani K, Mizoue T. High Dietary Acid Load Is Associated With Insulin Resistance: The Furukawa Nutrition and Health Study. *Clinical Nutrition*. 2016; 35(2), 453-459.
 10. Welch A.A. dipstick Measurement of Urinary pH have Potential for Monitoring Individual and Population Dietary Behaviors. *The Open Nutrition Journal*. 2008; 2: 63-67.
 11. Keskin M, Kurtglu M, Kendirci M, Atabek ME, dan Yazici C. Homeostasis Model Assessment Is More Reliable Than the Fasting Glucose/Insulin Ratio and Quantitative Insulin Sensitivity Check Index for Assessing Insulin Resistance Among Obese Children and Adolescent, *Pediatrics*. 2005;115:500-503.
 12. Remer T, Dimitriou T, Manz F. Dietary potential renal acid load and renal net acid excretion in healthy, free-living children and adolescents. *Am J Clin Nutr*. 2003; 77: 1255–1260.
 13. Berman AT, Snyder S. Kozier and Erb's Fundamentals of Nursing Chapter 52: Fluid, Electrolytes, and Acid-Base Balance. 9th ed. Pearson: 2012. p 1423-1481.
 14. Remer T. Influence of Diet on Acid-Base Balance. *Semin Dial*. 2000; 13: 221 – 6
 15. Remer T. Influence of Nutrition on Acid-Base Balance – Metabolic Aspects. *Eur J Nutr* 40. 2001; 214 – 220.
 16. Remer T, Manz F. Potential renal acid load of foods and its influence on urine pH. *J Am Diet Assoc*. 1995; 95: 791–797
 17. Khasanah, N. Hubungan Pengetahuan Gizi Dan Konsumsi Western Fast Food (Frekuensi Dan Sumbangan Energi) Dengan Status Gizi Remaja Di SMP Muhammadiyah 10 Surakarta (Doctoral Dissertation). Universitas Muhammadiyah Surakarta. 2014.
 18. Smit E, Nieto FJ, Crespo CJ, Mitchell P. Estimates of Animal and Plant Protein Intake in US Adults: Results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1991. *J Am Diet Assoc*. 1999; 99(7):813–820
 19. Welch AA, Angela M, Sheila AB, Kay-tee K. Urine pH is An Indicator of Dietary Acid–Base Load, Fruit and Vegetables and Meat Intakes: Results from The European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)-Norfolk Population Study. *British Journal of Nutrition*. 2008; 99: 1335-1343.
 20. Rizzo ACB, Goldberg TBL, Silva CC, Kurokawa CS, Corrente JE. Metabolic syndrome risk factors in overweight, obese, and extremely obese brazilian adolescents. *Nutritional Journal* 2013; 12:19
 21. Yunir E, Waspadji S, Rahajeng E. The pre-diabetic epidemiological study in Depok, West Java. *Acta Med Indones-Indones*. *J Intern Med*. 2009;41(4):170-4.)
 22. Buse JB, Kenneth SP & Charles FB. Type 2 Diabetes Mellitus. *William Textbook of Endocrinology* 2002; 1427-1451.
 23. Welch A.A. dipstick Measurement of Urinary pH have Potential for Monitoring Individual and Population Dietary Behaviors. *The Open Nutrition Journal*. 2008; 2: 63-67
 24. Chmielewski P, Strzelec B, Boryslawski K, Chmielowiec K, Chmielowiec J, Dabrowski P. Effects of aging on the function of the urinary system: longitudinal changes with age in selected urine parameters in a hospitalized population of older adults. *Anthropological Review*. 2016; 79 (3); 331-345.
 25. Sellmeyer DE, Stone KL, Sebastian A, Cummings SR, et al. A high ratio of dietary animal to vegetable protein increases the rate of bone loss and the risk of fracture in postmenopausal women. *American Society for Clinical Nutrition*. 2001; 73; 118-122.