

## PENGARUH PEMBERIAN SARI BUAH BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi* L.) TERHADAP TEKANAN DARAH SISTOLIK REMAJA

Annisa Asprilia, Aryu Candra<sup>\*)</sup>

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

### ABSTRACT

**Background:** One of the health problems in adolescents that the prevalence is increasing is hypertension. Adolescent who have higher blood pressure than normal have a greater risk of suffering from coronary heart disease or heart failure as adult. Bilimbi fruit contains vitamin C, potassium, flavonoid, and saponin that effectively lower blood pressure.

**Methods:** This research is pre-experimental study with the one group pretest-posttest design. Subjects are 21 students of class X and XI in 15 Semarang State Senior High School with systolic blood pressure  $\geq 130$  mmHg. Subject only consists of intervention group. Bilimbi juice given on the subject as much as 100 ml for 14 days. Systolic blood pressure measurements performed on days 1 and 15.

**Results:** All of the subjects in this research is obesity. There is no significant relationship between variable intake of fat, fiber, vitamin C, sodium, potassium, and calcium with systolic blood pressure post intervention ( $p > 0.05$ ). There is a significant relationship between physical activity with systolic blood pressure post intervention ( $p = 0.001$ ). There was a decrease in systolic blood pressure in adolescents as much as  $33.52 \pm 5.68$  mmHg ( $p = 0.000$ ).

**Conclusion:** Fourteen days consumption of 100 ml once a day can lower systolic blood pressure significantly in adolescents.

**Keywords:** Bilimbi (*Averrhoa bilimbi* L.) juice, systolic blood pressure, adolescents.

### ABSTRAK

**Latar Belakang:** Salah satu gangguan kesehatan pada remaja yang prevalensinya terus mengalami peningkatan adalah hipertensi. Remaja yang memiliki tekanan darah lebih dari normal mempunyai risiko lebih besar menderita penyakit jantung koroner atau gagal jantung saat dewasa. Buah belimbing wuluh mengandung vitamin C, kalium, flavonoid, dan saponin yang efektif menurunkan tekanan darah.

**Metode:** Penelitian pra-eksperimental dengan rancangan the one group pretest-posttest design. Subjek sebanyak 21 orang merupakan siswa dan siswi SMA Negeri 15 Semarang dengan tekanan darah sistolik  $\geq 130$  mmHg. Subjek hanya terdiri dari 1 kelompok, yaitu kelompok perlakuan. Sari buah belimbing wuluh diberikan pada subjek sebanyak 100 ml selama 14 hari. Pengukuran tekanan darah sistolik dilakukan pada hari ke 1 dan 15.

**Hasil:** Seluruh subjek penelitian memiliki status gizi obesitas. Tidak ada hubungan yang signifikan antara variabel asupan lemak, serat, vitamin C, natrium, kalium, dan kalsium dengan tekanan darah sistolik setelah intervensi ( $p > 0,05$ ). Terdapat hubungan yang signifikan antara aktivitas fisik dengan tekanan darah sistolik setelah intervensi ( $p = 0,001$ ). Terjadi penurunan tekanan darah sistolik pada remaja sebesar  $33,52 \pm 5,68$  mmHg ( $p = 0,000$ ).

**Kesimpulan:** Konsumsi sari buah belimbing wuluh sebanyak 100 ml sebanyak 1 kali sehari selama 14 hari mampu menurunkan tekanan darah sistolik pada remaja secara signifikan.

**Kata kunci:** Sari buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.), tekanan darah sistolik, remaja.

### PENDAHULUAN

Pemilihan makanan yang tidak tepat dapat menyebabkan remaja banyak mengalami gangguan kesehatan dan gizi.<sup>1</sup> Salah satu gangguan kesehatan pada remaja yang prevalensinya terus mengalami peningkatan adalah hipertensi. Hipertensi tidak hanya terjadi pada orang dewasa atau usia lanjut, tapi juga dapat terjadi pada remaja. Sekitar 70% kejadian hipertensi pada remaja merupakan hipertensi primer.<sup>2</sup> Prevalensi nasional penderita hipertensi pada usia 15-17 tahun adalah 5,3 persen (laki-laki 6,0% dan perempuan 4,7%).<sup>3</sup> Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan di SMA Negeri 2 Semarang, dengan 47 sampel terdapat 10 orang yang memiliki tekanan darah sistolik  $\geq 122$

mmHg, sedangkan yang memiliki tekanan darah diastolik  $\geq 77$  mmHg sebanyak 5 orang.<sup>4</sup>

Remaja yang memiliki tekanan darah lebih dari normal mempunyai risiko lebih besar menderita penyakit jantung koroner atau gagal jantung saat dewasa.<sup>5</sup> Sekitar 7% setiap tahunnya kejadian prehipertensi pada remaja berubah menjadi hipertensi.<sup>6</sup> Prehipertensi didefinisikan tekanan darah sistolik dan atau tekanan darah diastolik 90 sampai  $< 95$  atau jika tekanan darah lebih dari 120/80 mmHg meskipun berada diantara persentil 90 sampai  $< 95$  persentil.<sup>7</sup>

Buah belimbing wuluh matang bersifat asam dan tinggi kandungan serat dan mineral seperti kalsium, fosfor, zat besi, dan kalium. Selain itu,

<sup>\*)</sup> Penulis Penanggungjawab

buah belimbing wuluh juga mengandung senyawa kimia yaitu asam format, asam sitrat, asam askorbat (Vitamin C), saponin, tanin, flavonoid, dan glukosid.<sup>8-10</sup> Senyawa vitamin C, kalium, flavonoid, dan saponin dalam belimbing wuluh diduga kuat dapat menurunkan tekanan darah.<sup>11</sup> Vitamin C telah diakui sebagai antioksidan vasodilator kuat yang mengurangi stres oksidatif dan meningkatkan fungsi endotel melalui produksi nitrat oksida. Jika terjadi penurunan kadar nitrat oksida dalam tubuh, dapat menyebabkan proses relaksasi endotel terganggu sehingga berakibat terjadinya hipertensi.<sup>12-14</sup> Konsentrasi kalium yang tinggi dalam cairan intraselular dapat merelaksasi sel otot polos pembuluh darah, kemudian dapat mengurangi resistensi pembuluh darah perifer sehingga dapat menurunkan tekanan darah.<sup>15</sup> Flavonoid akan mempengaruhi kerja dari *Angiotensin Converting Enzyme* (ACE). Penghambatan ACE akan menginhibisi perubahan angiotensin I menjadi angiotensin II yang menyebabkan vasodilatasi sehingga tahanan resistensi perifer turun dan dapat menurunkan tekanan darah.<sup>16,17</sup> Saponin memiliki khasiat diuretik dengan menurunkan volume plasma dengan cara mengeluarkan air dan elektrolit terutama natrium sehingga dapat menyebabkan penurunan *cardiac output*.<sup>18</sup>

Pada sebuah penelitian, ekstrak belimbing wuluh dapat menurunkan tekanan darah tikus wistar (*Rattus norvegicus*) dari kondisi hipertensi menjadi normotensi setelah pemberian selama 2 minggu dengan dosis 40g/kg BB.<sup>19</sup> Selain itu, pemberian jus belimbing wuluh sebanyak 250 ml dapat menurunkan tekanan darah normal pada wanita dewasa dari 107,17/72,67 mmHg menjadi 94,27/65,80 mmHg dengan penurunan yang signifikan ( $p < 0,01$ ).<sup>20</sup> Penelitian lain dengan menggunakan *infusum* 3 buah belimbing wuluh dapat menurunkan tekanan darah sistolik dari rerata 171 mmHg menjadi rerata 152 mmHg pada penderita hipertensi.<sup>21</sup> Dosis sari buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) yang digunakan mengikuti penelitian sebelumnya pada tikus *Sprague Dawley*, yaitu 2ml/200gramBB/hari yang kemudian dikonversikan ke dosis manusia, yaitu 100 ml/hari selama 14 hari.<sup>22</sup> Tekanan darah sistolik penting sebagai faktor risiko utama untuk berbagai penyakit kardiovaskular ketika dewasa. Tekanan darah sistolik yang tidak terkontrol akan menyebabkan meningkatnya risiko berbagai penyakit kardiovaskular dan penyakit ginjal.<sup>7</sup> Pola hemodinamik pada orang dengan tekanan darah sistolik yang lebih tinggi dari normal meliputi *stroke volume* yang lebih tinggi, kekakuan aorta, dan resistensi pembuluh darah perifer yang normal.

Karakteristik hemodinamik inilah yang menyebabkan tekanan darah sistolik berhubungan dengan faktor risiko berbagai penyakit kardiovaskular.<sup>23</sup> Hasil uji kandungan sari buah belimbing wuluh per 100 ml mengandung 32,6 mg vitamin C, 0,07% kalium, dan 41 mg flavonoid.<sup>22</sup> Pemilihan bentuk sari buah dikarenakan sari sari buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dapat dibuat sendiri dengan mudah di rumah sehingga dapat dikonsumsi sehari-hari.

Penelitian mengenai pengaruh sari buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) terhadap tekanan darah sistolik pada remaja belum banyak dilakukan. Hal tersebut mendorong peneliti melakukan penelitian untuk melihat apakah terdapat pengaruh sari buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) terhadap tekanan darah sistolik pada remaja.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 15 Semarang pada bulan Maret-Juni 2016. Penelitian ini merupakan penelitian pra-eksperimental dengan rancangan *the one group pretest-posttest design* dan termasuk dalam ruang lingkup gizi masyarakat. Subjek penelitian adalah siswa dan siswi SMA Negeri 15 Semarang dengan kriteria inklusi bersedia menjadi sampel dengan mengisi *informed consent*, siswa/siswi berusia 15-17 tahun, IMT  $\geq 23$  kg/m<sup>2</sup>, tekanan darah sistolik  $\geq 130$  mmHg, tidak mempunyai penyakit ginjal, diabetes, penyakit jantung, hiperlipidemia, stroke, hiperinsulinemia, tidak sedang dalam pengobatan antihipertensi, tidak sedang mengkonsumsi suplemen/obat-obatan, tidak merokok, dan tidak mengonsumsi alkohol.

Prosedur pertama dalam penelitian ini adalah melakukan skrining untuk menentukan subjek penelitian dilakukan terhadap 458 siswi dengan pengukuran antropometri, yaitu berat badan (BB), tinggi badan (TB). BB diukur menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,1 kg, dan TB diukur menggunakan *microtoise* dengan ketelitian 0,1 cm.

Sebanyak 24 subjek yang memenuhi kriteria inklusi, namun hanya 21 subjek yang bersedia untuk diberikan sari buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dan mengikuti penelitian hingga akhir. Jumlah tersebut memenuhi besar sampel minimal. Subjek hanya terdiri dari 1 kelompok, yaitu kelompok perlakuan dimana subjek akan dilakukan pengukuran tekanan darah sebelum (*pre-test*) dan sesudah (*post-test*) diberikan perlakuan. Teknik sampling yang digunakan adalah *purposive sampling*.

Sari buah belimbing wuluh diberikan sebanyak 100 ml selama 14 hari. Dosis pemberian sari buah belimbing wuluh berdasarkan konversi dosis yang diberikan pada penelitian sebelumnya pada tikus *Sprague Dawley* yang dapat menurunkan tekanan darah secara signifikan. Setelah pemberian sari buah belimbing wuluh selama 14 hari, hari ke-15 dilakukan pemeriksaan tekanan darah. Kepatuhan dan waktu mengonsumsi sari buah belimbing wuluh dipantau dengan menggunakan formulir *check list*. Proses pembuatan sari buah dimulai dengan belimbing wuluh dicuci dengan menggunakan air yang mengalir hingga bersih. Kemudian buah belimbing wuluh dimasukkan ke dalam *juicer* sehingga diperoleh sari belimbing wuluh tanpa ampas. Kemudian ditambahkan 1 sendok makan (13 gr) gula rendah kalori "T" per 100 ml. Pemberian sari buah belimbing wuluh dilakukan 1 kali sehari ketika jam istirahat berlangsung sebanyak 100 ml dan disajikan dalam keadaan dingin. Variabel bebas adalah pemberian sari buah belimbing wuluh.

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah tekanan darah sistolik yang diperiksa tenaga kesehatan sebanyak 2 kali saat sebelum dan sesudah intervensi yang diukur dengan *sphygmomanometer digital*. Tekanan darah diperiksa saat subjek duduk dengan tenang selama 5 menit pada jam istirahat. Variabel perancu adalah aktivitas fisik, asupan lemak, serat, vitamin C, natrium, kalium, dan kalsium. Data aktivitas fisik diperoleh melalui wawancara dengan menggunakan pedoman kuesioner *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ). Aktivitas fisik yang dilaporkan oleh subyek mencakup kegiatan yang hanya dilakukan selama tujuh hari terakhir. Skor aktivitas fisik dihitung sesuai dengan protokol skoring IPAQ dan dinyatakan dalam satuan MET-menit/minggu. Kategori tingkat aktivitas fisik dalam tabel distribusi frekuensi yang diadopsi dari IPAQ, yaitu ringan (<600 MET-menit/minggu), sedang (600-2999 MET-menit/minggu), dan berat

(≥3000 MET-menit/minggu). Data asupan lemak, serat, vitamin C, natrium, kalium, dan kalsium diperoleh melalui recall dengan formulir *Food Recall* 6x24 jam. Hasil *recall* dalam satuan ukuran rumah tangga (URT) dikonversi ke dalam satuan gram, lalu dianalisis dengan *Nutrisurvey* 2007. Kebutuhan individu diperoleh dengan mengkonversikan Angka Kecukupan Gizi (AKG) untuk individu dengan cara membandingkan berat badan aktual dengan berat badan rujukan untuk usia 15-17 tahun pada tabel AKG 2013, kemudian dikalikan 100% maka didapatkan persen tingkat kecukupan asupan zat gizi. Tingkat kecukupan zat gizi makro dan serat dibagi menjadi 5 kategori, yaitu defisit berat (<70% AKG), defisit sedang (70-79% AKG), defisit ringan (80-89% AKG), cukup (90-119% AKG), serta lebih (≥ 120% AKG). Sedangkan zat gizi mikro dibagi menjadi 2, yaitu kurang apabila <77 persen AKG serta cukup apabila ≥77 persen AKG.<sup>24</sup>

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik. Gambaran karakteristik subjek dianalisis menggunakan analisis deskriptif. Untuk menguji kenormalan data menggunakan uji *Shapiro-Wilk*. Perbedaan tekanan darah sistolik sebelum dan sesudah intervensi menggunakan uji *Wilcoxon*. Untuk menguji hubungan antara asupan serat, asupan natrium, asupan kalium, dan asupan kalsium dengan tekanan darah sistolik setelah intervensi menggunakan uji *Pearson* dan menggunakan uji *Rank Spearman* untuk menguji hubungan antara asupan lemak, asupan vitamin C, dan aktivitas fisik dengan tekanan darah sistolik setelah intervensi. Analisis multivariat menggunakan analisis regresi linear.

## HASIL PENELITIAN

### Karakteristik Subjek

Karakteristik subjek yang terdiri dari usia, indeks massa tubuh (IMT) dan aktivitas fisik disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik subjek

Karakteristik subjek	Mean ± SD	n	%
Usia (tahun)			
15		5	23,8
16	15,90 ± 0,625	13	61,9
17		3	14,3
Status gizi	31,98 ± 4,63		

Obesitas ( $\geq 25$ kg/m <sup>2</sup> )		21	100,0
Tekanan Darah Systolik (mmHg)	143,57 $\pm$ 9,70	21	100,0

Subjek dalam penelitian terdiri dari 9 orang perempuan dan 12 laki-laki berusia 15-17 tahun. Seluruh subjek dalam penelitian ini memiliki status gizi obesitas berdasarkan indeks massa tubuh (IMT).

#### Aktivitas Fisik Selama Intervensi

Data aktivitas fisik subjek selama intervensi yang diperoleh dengan menggunakan kuesioner IPAQ dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2. Aktivitas fisik selama intervensi**

Karakteristik subjek	Mean $\pm$ SD	n	%	p
Aktivitas Fisik (MET-menit/minggu)				
Ringan (<600 MET-menit/minggu)	1803,214 $\pm$ 2132,2	8	38,1	0,001 <sup>a</sup>
Sedang (600-2999 MET-menit/minggu)		9	42,9	
Berat ( $\geq 3000$ MET-menit/minggu)		4	19,0	

<sup>a</sup> Uji korelasi *Rank Spearman*

Aktivitas fisik 8 orang (38,1%) tergolong ringan, 9 orang (42,9%) tergolong sedang, dan 4 orang (19,0%) tergolong berat. Hasil statistik menunjukkan bahwa aktivitas fisik memiliki hubungan yang signifikan dengan tekanan darah sistolik ( $p = 0,001$ ).

#### Asupan Makan Selama Intervensi

Asupan lemak, serat, vitamin C, natrium, kalium, dan kalsium dapat mempengaruhi tekanan darah sistolik. Asupan makan subjek selama intervensi dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3. Asupan makan selama intervensi**

Variabel	Mean $\pm$ SD	n	%	p
Asupan lemak (g)				
Defisit berat	118,83 $\pm$ 103,30	13	61,9	0,987 <sup>a</sup>
Defisit sedang		1	4,8	
Defisit ringan		1	4,8	
Cukup		3	14,3	
Lebih		3	14,3	
Asupan serat (g)				
Defisit berat	28,69 $\pm$ 18,77	17	81,0	0,051 <sup>b</sup>
Defisit sedang		1	4,8	
Defisit ringan		1	4,8	
Cukup		2	9,5	
Asupan vitamin C (mg)				
Kurang	174,74 $\pm$ 185,66	13	61,9	0,148 <sup>a</sup>
Cukup		8	38,1	
Asupan natrium (mg)				
Kurang	1698,68 $\pm$ 851,83	12	57,1	0,514 <sup>b</sup>
Cukup		9	42,9	
Asupan kalium (mg)				
Kurang	2980,97 $\pm$ 1401,37	21	100,0	0,182 <sup>b</sup>
Asupan kalsium (mg)				
Kurang	617,17 $\pm$ 273,57	21	100,0	0,260 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Uji korelasi *Rank Spearman*

<sup>b</sup> Uji korelasi *Pearson*

Dari tabel 3 dapat diketahui bahwa seluruh variabel asupan memiliki hubungan yang tidak signifikan ( $p > 0,05$ ).

#### Pengaruh Pemberian Sari Buah Belimbing Wuluh terhadap Tekanan Darah Systolik

Pengaruh pemberian sari buah belimbing wuluh terhadap tekanan darah sistolik disajikan dalam tabel 4.

**Tabel 4. Rata-rata tekanan darah sebelum dan sesudah pemberian sari buah belimbing wuluh**

Tekanan Darah Sistolik Sebelum (mmHg ± SD)	Tekanan Darah Sistolik Sesudah (mmHg ± SD)	Δ (mmHg ± SD)	P
143,57 ± 9,70	110,05 ± 7,37	-33,52 ± 5,68	0,000 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Uji beda Wilcoxon

Hasil uji beda pada tabel 4 menunjukkan adanya penurunan tekanan darah sistolik yang bermakna ( $p = 0,000$ ) sebelum dan sesudah pemberian sari buah belimbing wuluh selama 14 hari, yaitu sebesar  $33,52 \pm 5,68$  mmHg sehingga dapat disimpulkan bahwa pemberian sari buah belimbing wuluh dapat menurunkan tekanan darah secara signifikan.

Hasil uji korelasi pada tabel 2 dan 3 dapat diketahui bahwa variabel yang memiliki nilai  $p < 0,25$  adalah aktivitas fisik ( $p = 0,001$ ), asupan serat ( $p = 0,051$ ), asupan vitamin C ( $p = 0,148$ ), dan asupan kalium ( $p = 0,182$ ). Dengan demikian, variabel tersebut memenuhi syarat untuk dimasukkan ke dalam analisis multivariat regresi linear.

**Tabel 5. Hasil analisis multivariat variabel perancu terhadap penurunan tekanan darah sistolik**

Model	$p^a$
1 Konstanta	0,000
Asupan serat	0,051
Asupan vitamin C	0,148
Asupan kalium	0,098
Aktivitas fisik	0,387

Variabel terikat: tekanan darah sistolik post

<sup>a</sup> Analisis regresi linear

Hasil analisis multivariat pada tabel 5 menunjukkan bahwa dari 4 variabel perancu, yaitu aktivitas fisik, asupan serat, asupan vitamin C, dan asupan kalium memiliki nilai  $p > 0,05$  sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel perancu tidak berpengaruh terhadap penurunan tekanan darah sistolik.

## PEMBAHASAN

Seluruh subjek dalam penelitian ini yang terdiri dari 9 orang perempuan dan 12 laki-laki memiliki status gizi obesitas. Prevalensi obesitas pada anak-anak, remaja, dan dewasa di seluruh dunia mengalami peningkatan secara progresif baik pada negara berkembang maupun negara maju.<sup>25</sup> Pada penelitian sebelumnya ditemukan bahwa remaja yang obesitas memiliki risiko 7,6 kali lebih besar untuk menderita hipertensi.<sup>26</sup> Obesitas dapat menyebabkan hipertensi melalui berbagai mekanisme. Aktivitas renin-angiotensin-aldosteron meningkat pada orang obesitas yang menyebabkan vasokonstriksi dan meningkatkan resistensi pembuluh darah sistemik. Pada obesitas terjadi penimbunan lemak berlebihan sehingga jantung memompa darah lebih cepat agar dapat mempertahankan *cardiac output* yang normal terhadap perifer yang meninggi. Jika hal ini terjadi terus menerus akan terjadi hipertrofi jantung yang dapat menyebabkan terjadinya hipertensi.<sup>27,28</sup>

Berdasarkan hasil uji statistik ditemukan adanya penurunan tekanan darah sistolik yang signifikan sebelum dan sesudah perlakuan. Hal ini

menunjukkan adanya pengaruh pemberian sari buah belimbing wuluh sebanyak 100 ml selama 14 hari. Hasil penelitian menunjukkan terjadi perubahan tekanan darah sistolik dengan rata-rata penurunan sebesar  $33,52 \pm 5,68$  mmHg. Penelitian lain dengan menggunakan *infusum* 3 buah belimbing wuluh dapat menurunkan tekanan darah sistolik dari rerata 171 mmHg menjadi rerata 152 mmHg pada penderita hipertensi.<sup>21</sup> Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa sari buah belimbing wuluh memberikan efek penurunan tekanan darah sistolik lebih banyak daripada *infusum* 3 buah belimbing wuluh. Penurunan tekanan darah sistolik pada kelompok perlakuan dipengaruhi oleh kandungan vitamin C, kalium, flavonoid, dan saponin yang terdapat pada buah belimbing wuluh. Berdasarkan sebuah penelitian, hasil uji kandungan sari buah belimbing wuluh per 100 ml mengandung 32,6 mg vitamin C, 0,07% kalium dan 41 mg flavonoid.<sup>22</sup>

Vitamin C adalah antioksidan kuat yang mengurangi stres oksidatif dan meningkatkan fungsi endotel melalui produksi nitrat oksida yang memiliki efek vasodilator. Vitamin C meningkatkan konsentrasi *tetrahydrobiopterin* intraseluler yang merupakan kofaktor sintase nitrat oksida endotelial sehingga produksi dan bioaktivitas nitrat oksida meningkat. Jika terjadi penurunan kadar nitrat oksida dalam tubuh, maka dapat mengganggu proses relaksasi endotel sehingga berakibat terjadinya hipertensi.<sup>12-14</sup> Kalium menghambat kerja sistem renin angiotensin, yaitu dengan menghambat

pengeluaran renin karena sekresi renin berbanding terbalik dengan peningkatan kadar ion kalium di dalam plasma. Renin yang seharusnya mengubah angiotensinogen menjadi angiotensin I kemudian menjadi angiotensin II yang merupakan vasokonstriktor yang sangat kuat. Namun, karena adanya blok pada sistem ini maka pembuluh darah akan mengalami vasodilatasi sehingga tekanan darah akan turun. Kalium juga menurunkan sekresi aldosteron yang dapat menyebabkan penurunan retensi natrium dan air oleh ginjal tekanan darah menurun.<sup>29-31</sup> Selain itu, konsentrasi kalium yang tinggi dalam cairan intraseluler dapat merelaksasi sel otot polos pembuluh darah, kemudian dapat mengurangi resistensi pembuluh darah perifer sehingga dapat menurunkan tekanan darah.<sup>15</sup>

Flavonoid akan mempengaruhi kerja dari *Angiotensin Converting Enzyme* (ACE). Penghambatan ACE akan menginhibisi perubahan angiotensin I menjadi angiotensin II yang menyebabkan vasodilatasi sehingga tahanan resistensi perifer turun dan dapat menurunkan tekanan darah. Efek lainnya dapat menyebabkan penurunan sekresi aldosteron dan sekresi *Anti Diuretic Hormone* (ADH) yang dapat menurunkan tekanan darah dengan mengurangi retensi air dan garam serta absorpsi air.<sup>16,17</sup> Saponin memiliki khasiat diuretik dengan menurunkan volume plasma dengan cara mengeluarkan air dan elektrolit terutama natrium sehingga dapat menyebabkan penurunan *cardiac output*.<sup>18</sup> Selain itu, saponin menurunkan tekanan darah dengan menghambat produksi renin di dalam ginjal sehingga dapat mencegah terbentuknya angiotensin I dari angiotensinogen.<sup>32</sup>

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas fisik 8 orang (38,1%) tergolong ringan, 9 orang (42,9%) tergolong sedang, dan 4 orang (19,0%) tergolong berat. Berdasarkan data aktivitas fisik subjek berdasarkan IPAQ, diketahui bahwa subjek yang memiliki aktivitas fisik ringan tidak melakukan kegiatan aktivitas berjalan maupun aktivitas-aktivitas fisik berat yang membuat subjek bernafas lebih kuat daripada normal. Subjek yang memiliki aktivitas fisik berat merupakan subjek yang suka melakukan olahraga secara rutin baik itu berat maupun moderat. Hasil uji statistik dalam penelitian ini menunjukkan bahwa aktivitas fisik memiliki hubungan yang bermakna dengan tekanan darah sistolik ( $p = 0,001$ ). Hasil studi metaanalisis menyatakan bahwa aktivitas fisik yang tinggi dapat menurunkan tekanan darah sistolik maupun diastolik sebesar 3 mmHg.<sup>33</sup> Studi metaanalisis lain menunjukkan aktivitas fisik yang dilakukan secara teratur mempunyai efek yang menguntungkan

untuk pembuluh darah karena otot yang berperan dalam melakukan aktivitas fisik tersebut menyebabkan dilatasi arteri sehingga terjadi penurunan resistensi pembuluh darah perifer.<sup>34</sup> Besarnya penurunan resistensi tergantung pada beban atau aktivitas fisik yang dilakukan.<sup>35</sup>

#### KETERBATASAN PENELITIAN

Tidak dilakukan uji laboratorium untuk mengetahui besar kandungan saponin pada sari buah belimbing wuluh. Tidak dilakukan *recall* asupan flavonoid selain dari belimbing wuluh. Subjek yang digunakan hanya siswi kelas X dan XI, sementara untuk siswa dan siswi kelas XII tidak dapat digunakan sebagai sampel karena proses belajar mengajar yang tidak bisa diganggu.

#### SIMPULAN

Pemberian sari buah belimbing wuluh sebanyak 100 ml dengan penambahan 1 sendok makan (13 gr) gula rendah kalori sebanyak 1 kali sehari selama 14 hari dapat menurunkan tekanan darah sistolik pada remaja sebesar  $33,52 \pm 5,68$  mmHg.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Allah SWT yang selalu melimpahkan barokah kepada penulis. Terima kasih kepada orangtua yang selalu mendukung dan menjadi penyemangat penulis. Terima kasih kepada dr. Aryu Candra, M.Kes.(Epid) sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan memberikan bimbingan dengan sabar. Terima kasih kepada dr. Enny Probosari, M.Si.Med dan Etika Ratna Noer, S.Gz, MSi sebagai *reviewer* yang telah memberikan masukan agar karya tulis ilmiah ini tersusun dengan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Brown JE. Nutrition through the Life Cycle. 4<sup>th</sup> ed. USA: Cengage Learning; 2011.
2. Kaplan NM. Kaplan's Clinical Hypertension. Philadelphia: Lipincott Williams & Wilkins; 2006.
3. Kementerian Kesehatan RI. Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2013. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI; 2013.
4. Khiqmah AN. Asupan Gula Sederhana dan Serat serta Kadar Glukosa Darah Puasa (GDP) sebagai Faktor Risiko Peningkatan Kadar *C-Reactive Protein* (CRP) Pada Remaja Obesitas dengan Sindrom Metabolik (Artikel Penelitian). Universitas Diponegoro; 2014.

5. Flynn JT, Ingelfinger JR, Portman RJ. Pediatric Hypertension. Third Edition. USA: Humana Press. 2013.
6. Batsky DL. Blood pressure variability, prehypertension, and hypertension in adolescents. *Adolescent Health, Medicine and Therapeutics*. 2012;3:43–50.
7. U.S. Department Of Health And Human Services. The Fourth Report on The Diagnosis, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure in Children and Adolescents; 2005.
8. Marlianis. Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Pencampuran Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L) terhadap Penurunan Kadar Logam Timbal (Pb) yang Terdapat dalam Limbah Simulasi. Pekanbaru : UIN SUSKA RIAU; 2013.
9. Lim TK. Edible medical and non-medical plants: Volume 1, Fruit. 1th Ed. New York: Springer. Chapter 8, *Averrhoa bilimbi*; p.448-452.
10. Bhaskar B, Shantaram M. Morphological and biochemical characteristics of *Averrhoa* fruits. *Internl J Of Pharmaceutical, Chemical, And Biological Sciences (IJPCBS)*. 2013;3(3):924-928.
11. Efendi L. Pengaruh Pemberian Rebusan Daun Alpukat (*Persea Americana Mill*) terhadap Penurunan Tekanan Darah pada Penderita Hipertensi Usia 45-59 Tahun di Desa Gampangsejati Kec. Laren Lamongan (Skripsi). Stikes Muhammadiyah Lamongan; 2013.
12. Juraschek SP, Guallar E, Appel LJ, Miller ER. Effects of vitamin C supplementation on blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr*. 2012;95:1079-88.
13. *Fernandes PRO, Lira FAS, Borba VVL, Costa MJC, Trombeta IC, Santos MSB, Santos AC*. Vitamin C Restores Blood Pressure and Vasodilator Response During Mental Stress In Obese Children. *Sociedade Brasileira de Cardiologia*. 2011.
14. Astutik P, Wirjatmadi B, Adriani M. Peranan kadar nitrit oksida (NO) darah dan asupan lemak pada pasien hipertensi dan tidak hipertensi. *The Indonesian Journal of Clinical Nutrition*. 2013;10(02):55-60
15. Adrogué HJ, Madias NE. Sodium and Potassium in the Pathogenesis of Hypertension. *N Engl J Med* 2007;356:1966-78.
16. Guerrero L, Castillo J, Quinones M, Garcia-Vallve S, Arola L, Pujadas G, Muguersa B. Inhibition of Angiotensin-Converting Enzyme Activity by Flavonoids: Structure-Activity Relationship Studies. *PLoS ONE*. 2012;7(11): e49493. doi:10.1371/journal.pone.0049493
17. Loizzo MR, Said A, Tundis R, Rashed K, Statti GA, Menichini F. Inhibition of angiotensin converting enzyme (ACE) by flavonoids isolated from *Ailanthus excelsa* (Roxb) (Simaroubaceae). *Phytother* 2007;21:32-36.
18. Souza AM, Lara LS, Previato JO, Lopes AG, Neves CC, Silva BP, Parente JP. Modulation of Sodium Pumps by Steroidal Saponins. *Naturforsch*. 2004;59:432-436.
19. Muniroh L, Isfandiari MA, Nindya TS, Indriani D. *Averrhoa bilimbi* Extract as Anti Reactive Oxygen Species Nitric Oxide on Hipertension. Surabaya: Universitas Airlangga.
20. Vebranie R. Pengaruh Jus Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* Linn.) terhadap Tekanan Darah Normal pada Wanita Dewasa; 2011.
21. Pradana AFH, Juanita F. Perbedaan Tekanan Darah Sebelum dan Sesudah Pemberian *Infusum* Belimbing Wuluh pada Penderita Hipertensi di Dusun Blungkan Desa Sendangrejo Kecamatan Lamongan Kabupaten Lamongan. *Surya* 2014; 2(18).
22. Safitri R. Pengaruh Pemberian Sari Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L) terhadap Tekanan Darah Sistolik Tikus *Sprague Dawley*. *Journal of Nutrition College*. 2015;4(2):541-546.
23. Yano Y, Stamler J, Garside DB, Daviglius ML, Franklin SS, Carnethon MR, Liu K, Greenland P, Jones DML. Isolated Systolic Hypertension in Young and Middle-Aged Adults and 31-Year Risk for Cardiovascular Mortality: The Chicago Heart Association Detection Project in Industry Study. *Journal of the American College of Cardiology*. 2015;65(4).
24. Sundari F, Amalia L, Ekawidnyani KR. **Minuman cincau hijau (*Premna oblongifolia* Merr.) dapat menurunkan tekanan darah pada wanita dewasa penderita hipertensi ringan dan sedang.** *J Gizi Pangan*. November 2014;9(3):203-210.
25. Hadi H. Beban Ganda Masalah Gizi dan Implikasinya Terhadap Kebijakan Pembangunan Kesehatan Nasional. Yogyakarta: UGM; 2005.
26. Salam MA. Risiko Faktor Hereditas, Obesitas dan Asupan Natrium Terhadap Kejadian Hipertensi pada Remaja Awal. Semarang: Universitas Diponegoro (Skripsi). 2009.
27. Appel LJ. Diet and Blood Pressure. Dalam: *Modern Nutrition in Health and Disease*. Eleventh Edition. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2014. p.875-886.
28. Ram CVS. Hypertension: A Clinical Guide. US: CRC Press. 2014.
29. Ganong WF. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Edisi 22. Jakarta: EGC. 2008. Hal. 560-608.
30. Guyton AC, Hall JE. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Edisi 11. Jakarta: EGC. 2008. Hal. 172-180, 212, 229-246, 359-360, 996-998.
31. Sherwood L. Human Physiology: From Cells to Systems. 6th Ed. United States: Thomson Brooks/Cole. 2007.
32. Chen M, Long Z, Wang Y, Liu J, Pian H, Wang L, Chen Z. Protective effects of saponin on a hypertension target organ in spontaneously hypertensive rats. *Experimental And Therapeutic Medicine* 2013;5: 429-432.
33. Krummel DA. Medical nutrition therapy in hypertension. In: Mahan K, Escott-Stump S.

- Krause's food, nutrition, & diet therapy. 11<sup>th</sup> edition. Philadelphia: Saunders; 2004. p. 900-18.
34. Kelley GA, Kelley KS. Progressive Resistance Exercise and Resting Blood Pressure: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Am J Clin Nutr.* 2000; 35:838-43.
  35. Whelton SP, Chin A, Xue X, Jiang H. Effect Of Aerobic Exercise On Blood Pressure. *Ann Intern Med* 2002; 136:493-503.