

Pengaruh pemberian buah naga merah, jambu biji merah, dan kombinasinya terhadap kapasitas antioksidan total dan kadar malondealdehid pada remaja perokok

Mohammad Zainul Ma'arif^{1*}, Suradi², Sugiarto¹

ABSTRACT

Background: Smoking habits enhance free radical in the body, which oxidize lipids to form malondialdehyde. One group that is vulnerable to smoking is adolescents. Red dragon fruit and red guava have the possibility as functional foods due to their vitamin and phytochemical content, which have antioxidant effects. This is an opportunity to prevent oxidative stress among adolescent smokers.

Objectives: This study aimed to analyze the effect of red dragon fruit, red guava, and its combination to total antioxidant capacity (TAC) and malondialdehyde (MDA) levels among adolescent mild smokers.

Methods: This research was an experimental study with a randomized pre-test and post-test control group design. Forty-eight subjects of male adolescent aged 16-17 years with mild smoking habits were divided into four groups: the control group (K), the intervention group with 200 grams of red dragon fruit (P1), 200 grams of red guava (P2), and the combination of both (100 grams red dragon fruit + 100 grams red guava) (P3), for 14 days. TAC examination used the DPPH method and MDA levels using the TBARS method were measured before and after the intervention.

Results: After 14 days of intervention, the mean TAC was changed by $-0,10 \pm 0,76$ in the K group, $0,97 \pm 1,62$ in the P1 group, $0,74 \pm 1,39$ in the P2 group, and $0,74 \pm 1,29$ in the P3 group. But the changes of TAC in all intervention groups were not significantly different from the control group ($p > 0,05$). The mean MDA level changed by $0,229 \pm 0,371$ in the K group, decreased by $-0,654 \pm 0,922$ in the P1 group, $-0,592 \pm 0,818$ in the P2 group, and $-1,166 \pm 0,670$ in the P3 group. The mean difference of the MDA level in all intervention groups was significantly different from the control group ($p < 0,05$).

Conclusion: Consumption of red dragon fruit, red guava, or a combination of red dragon fruit and red guava can reduce malondialdehyde levels significantly among male adolescent mild smokers. Whereas the total antioxidant capacity was changed but not significant.

Keywords : malondialdehyde; mild smokers; red dragon fruit; red guava; total antioxidant capacity

ABSTRAK

Latar Belakang: Kebiasaan merokok dapat meningkatkan radikal bebas yang menyebabkan stres oksidatif sehingga berbahaya bagi kesehatan manusia. Salah satu kelompok yang rentan terhadap kebiasaan merokok adalah remaja karena pada masa inilah kebanyakan orang mulai mencoba untuk merokok. Buah naga merah dan jambu biji merah memiliki potensi sebagai makanan fungsional karena kandungan vitamin dan fitokimianya memiliki sifat antioksidan. Hal tersebut menjadi peluang sebagai salah satu upaya preventif pencegahan stres oksidatif pada remaja perokok.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemberian buah naga merah, jambu biji merah, dan kombinasinya terhadap kapasitas antioksidan total (KAT) dan kadar malondealdehid (MDA) pada remaja perokok ringan.

Metode: Penelitian ini merupakan studi eksperimental dengan pre-post test. Empat puluh delapan subjek remaja laki-laki berusia 16-17 tahun dengan kebiasaan merokok derajat ringan dibagi menjadi empat kelompok yaitu kelompok kontrol (K), kelompok intervensi dengan pemberian 200 gram buah naga merah (P1), kelompok intervensi 200 gram jambu biji merah (P2), dan kelompok intervensi kombinasi keduanya (100 gram buah naga merah + 100 gram jambu biji merah) (P3), selama 14 hari. Pemeriksaan KAT menggunakan metode DPPH dan kadar MDA menggunakan metode TBARS diukur pada awal dan akhir intervensi.

Hasil: Hasil analisis statistik menunjukkan perubahan KAT sebesar $-0,10 \pm 0,76$ pada kelompok K, $0,97 \pm 1,62$ pada kelompok P1, $0,74 \pm 1,39$ pada kelompok P2, dan $0,74 \pm 1,29$ pada kelompok P3. Perubahan KAT pada semua kelompok intervensi tidak berbeda signifikan dibandingkan kelompok kontrol ($p > 0,05$). Terjadi perubahan kadar MDA sebesar $0,229 \pm 0,371$ pada kelompok K, $-0,654 \pm 0,922$ pada kelompok P1, $-0,592 \pm 0,818$ pada kelompok P2, dan $-1,166 \pm 0,670$ pada kelompok P3. Perubahan kadar MDA pada semua kelompok intervensi berbeda signifikan dibandingkan pada kelompok kontrol ($p < 0,05$).

Simpulan: konsumsi buah naga merah, jambu merah, atau kombinasi keduanya dapat menghambat oksidasi sehingga mengurangi kadar malondealdehid pada remaja perokok ringan. Sedangkan perubahan kapasitas antioksidan total tidak berbeda signifikan.

Kata Kunci : buah naga merah; jambu biji merah; kapasitas antioksidan total; malondealdehid; perokok ringan

¹ Departemen Ilmu Gizi, Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret. Jl. Ir. Sutami 36, Jebres, Surakarta, Jawa Tengah 57126, Indonesia

² Departemen Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran, Universitas Sebelas Maret. Jl. Ir. Sutami 36, Jebres, Surakarta, Jawa Tengah 57126, Indonesia

* **Korespondensi :** E-mail: zainmaarif01@gmail.com, HP. +6281232729840

PENDAHULUAN

Selama beberapa dekade terakhir, tembakau pada rokok telah terbukti memberikan efek merugikan bagi kesehatan manusia. *World Health Organization* (WHO) melaporkan bahwa penggunaan tembakau pada rokok telah menghabiskan biaya pengobatan hingga ratusan milyar dollar Amerika per tahun dan membunuh sekitar 6 juta orang yang sebagian besar terjadi di negara miskin dan berkembang¹. Kematian tersebut diperantarai oleh 3 penyakit yang sering disebabkan oleh penggunaan tembakau rokok yaitu penyakit jantung, kanker, dan paru-paru. Data WHO menunjukkan bahwa pada tahun 2015 di Indonesia terdapat 72 juta perokok yang diperkirakan akan meningkat menjadi 96 juta perokok pada tahun 2025². Salah satu kelompok yang rentan terhadap kebiasaan buruk merokok yaitu remaja. Hal tersebut disebabkan oleh semakin dini usia seseorang untuk mulai mencoba merokok yaitu pada usia kurang dari 7 tahun³. Kebiasaan merokok akan sulit untuk dihentikan karena sifat zat yang terkandung dalam rokok dapat menyebabkan ketergantungan hingga kecanduan⁴. Dikhawatirkan kondisi ini akan meningkatkan risiko berbagai penyakit di masa depan.

Rokok diketahui mengandung lebih dari 7000 senyawa kimia⁵. Beberapa diantaranya yaitu nikotin, tar, dan karbon monoksida. Senyawa-senyawa tersebut jika masuk ke dalam tubuh dapat memicu pembentukan dan peningkatan *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang bersifat sebagai radikal bebas⁶. Keberadaan ROS yang tinggi di dalam tubuh memicu kondisi stres oksidatif yang sangat reaktif terhadap berbagai komponen sel bahkan DNA sehingga dapat menyebabkan kerusakan sel bahkan mengganggu fungsi organ. Salah satu komponen sel yang paling rentan yang menjadi target ROS adalah asam lemak tak jenuh. ROS reaktif akan mengoksidasi asam lemak tak jenuh membentuk produk peroksidasi lipid, yaitu malondealdehid (MDA). Keberadaan kadar MDA yang tinggi dapat dijadikan sebagai penanda terjadinya stres oksidatif di dalam tubuh. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa terjadi peningkatan kadar MDA pada perokok kronis bahkan akut⁷⁻¹¹. Efek ini diperparah dengan terjadinya penurunan kadar antioksidan di dalam tubuh akibat merokok¹²⁻¹⁴. Penurunan kapasitas antioksidan sebagai mekanisme pertahanan tubuh terhadap akumulasi oksidan dapat memperparah efek merugikan dari oksidan. Kondisi ini berkontribusi pada sejumlah besar kondisi patologis seperti penyakit kardiovaskular (aterosklerosis, hipertensi), diabetes mellitus, gangguan neurodegeneratif, asma, katarak, rematik, berbagai kanker (kolorektal, prostat, payudara, paru-paru, kandung kemih), dan penyakit paru obstruktif kronik^{15,16}.

Buah naga merah (*Hylocereus Polyrhizus*) dan jambu biji merah (*Psidium guajava* Linn.) merupakan jenis buah yang diketahui mengandung banyak vitamin

A, vitamin C, fenolik asam galat, flavonoid rutin, catechin, quercetin, proanthocyanidin, dan betacyanin yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi¹⁷⁻²³. Aktivitas antioksidan ini memiliki dampak positif pada kesehatan manusia^{24,25}. Aktivitas antioksidan memungkinkan penggunaan buah naga merah dan jambu biji merah untuk menangkal dan menetralkan ROS melalui mekanisme donor elektron dan atom hidrogen sehingga dapat mencegah terjadinya penyakit yang disebabkan oleh akumulasi radikal bebas dalam tubuh²⁶⁻²⁸. Hal tersebut telah dibuktikan beberapa penelitian pada subjek manusia maupun hewan coba yang menunjukkan bahwa pemberian buah naga merah atau jambu biji merah dapat meningkatkan antioksidan di dalam tubuh dan menurunkan kadar malondealdehid²⁹⁻³². Dosis optimal penurunan kadar malondealdehid pada manusia yaitu jambu biji merah sebesar 150 gram³¹, dan buah naga merah sebesar 200 gram³³. Sedangkan untuk melihat efeknya terhadap kapasitas antioksidan total, dibutuhkan setidaknya dosis intervensi 200 gram³⁴. Meski demikian, pemanfaatan konsumsi buah-buahan sebagai sumber antioksidan harian pada remaja masih sangat rendah. Berdasarkan hasil survei kesehatan berbasis sekolah di Indonesia, sebanyak 64,26% remaja memiliki kebiasaan mengkonsumsi buah dan sayur dalam jumlah kurang³⁵. Selain itu, bukti efek pemberian buah naga merah dan jambu biji merah terhadap subjek perokok masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh konsumsi buah naga merah, jambu merah, dan kombinasinya terhadap kapasitas antioksidan total (KAT) dan kadar malondealdehid (MDA) pada remaja perokok.

BAHAN DAN METODE

Desain penelitian ini yaitu eksperimental dengan pendekatan *pre-post test*. Subjek dalam penelitian ini adalah remaja laki-laki berusia 16-17 tahun yang berjumlah 48. Subjek dipilih berdasarkan kriteria inklusi yaitu memiliki kebiasaan merokok ringan (5-10 batang per hari) setidaknya selama 1 tahun terakhir, indeks massa tubuh normal, memiliki kebiasaan mengkonsumsi buah dan sayur rendah, dan tidak memiliki riwayat penyakit degeneratif serta tidak pernah mengkonsumsi minuman beralkohol. Penelitian ini dilakukan di 3 Sekolah Menengah Atas (SMA) di Jember, Jawa Timur pada bulan Agustus-Oktober 2019. Semua subjek telah memberikan persetujuan tertulis dengan menandatangani *informed consent*. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dari dari Fakultas Kedokteran, Universitas Sebelas Maret, dengan Nomor 461/UN27.06/KEPK/2019.

Subjek dibagi secara acak dengan metode *simple random sampling* menjadi 4 kelompok yaitu 12 subjek pada kelompok kontrol (K), 12 subjek pada kelompok intervensi 200 gram buah naga merah (P1), 12 subjek

pada kelompok intervensi 200 gram jambu biji merah (P2), dan 12 subjek pada kelompok intervensi kombinasi keduanya (100 gram buah naga merah + 100 gram jambu biji merah) (P3). Penentuan dosis dilakukan berdasarkan penelitian sebelumnya bahwa terjadi penurunan kadar MDA pada pemberian 150 gram jambu biji merah³¹, dan 200 gram pada buah naga merah³³. Sedangkan untuk melihat parameter kapasitas antioksidan total dibutuhkan setidaknya dosis 200 gram³⁴. Maka untuk membandingkan keduanya, ditentukan dosis total sebesar 200 gram baik untuk intervensi tunggal maupun intervensi kombinasi. Penelitian dilakukan selama 14 hari. Buah intervensi didapatkan dari petani secara langsung yaitu buah naga merah dari kota Banyuwangi dan jambu biji merah dari kota Jember. Spesifikasi buah yang dipilih yaitu dengan tingkat kematangan 90-100%. Buah-buahan dipotong menjadi potongan-potongan kecil kemudian ditimbang sesuai kelompok intervensi sehingga setiap subjek mendapatkan buah sesuai dengan kelompoknya masing-masing. Buah dikemas menggunakan sterofom yang telah dilapisi plastik bening berlabel *food grade*. Sedangkan kelompok kontrol tidak mendapatkan intervensi dan dilarang mengonsumsi buah naga merah, jambu biji merah, ataupun buah lainnya selama penelitian. Buah intervensi diberikan di sekolah setiap hari dan dikonsumsi saat jam makan siang. Selama penelitian, subjek dilarang mengonsumsi multivitamin dan buah-buahan selain yang diintervensikan oleh peneliti. Tingkat kepatuhan subjek dievaluasi setiap hari dengan menanyakannya kepada subjek.

Karakteristik subjek meliputi usia dan lama merokok didapatkan dengan cara wawancara. Data konsumsi makanan sebelum intervensi diukur 1 kali dan selama intervensi diukur 2 kali menggunakan metode *food recall 24 hour*. Data konsumsi makanan yang terkumpul kemudian dikonversi menggunakan perangkat lunak *nutrisurvey 2007* (<http://www.nutrisurvey.de/>) untuk dianalisis asupan vitamin A, vitamin B2, vitamin C, vitamin E, tembaga,

dan zink. Indeks massa tubuh menurut usia (IMT/U) dihitung menggunakan data berat badan yang diukur dengan timbangan digital dan tinggi badan dengan *microtoise*. Pengukuran kapasitas antioksidan total (KAT) dan kadar malondealdehid (MDA) dilakukan pada serum darah pada awal dan akhir penelitian. Sebelumnya, subyek diminta untuk berpuasa semalaman setidaknya 8 jam sebelum sampel darah dikumpulkan melalui vena mediana kubiti pada pagi hari. Kapasitas antioksidan total diuji menggunakan metode *2,2-Diphenyl-1-picryl-hydrazyl (DPPH)*³⁶ dan kadar malondialdehid diuji menggunakan metode *Thiobarbituric acid reactive substance (TBARS)* dengan standar Buege dan Aust³⁷ di Laboratorium Biokimia, Fakultas Kedokteran, Universitas Jember. Keduanya diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer dengan spesifikasi *T165762 Thermo Spectronic Genesys 20 Spectrophotometer 4001/4*. Penerapan *single blind* dilakukan pada analisis laboratorium yang tidak mengetahui kelompok sampel yang diuji. Data karakteristik subjek, kapasitas antioksidan total, dan kadar MDA dianalisis menggunakan uji *One way ANOVA* jika data berdistribusi normal, dan uji *Kruskal Wallis* jika data berdistribusi tidak normal. Nilai signifikan yang digunakan adalah $p < 0,05$. Jika hasilnya signifikan, maka dilanjutkan dengan uji *post hoc*.

HASIL

Karakteristik Umum Subjek Penelitian

Tabel 1 menunjukkan sebaran karakteristik umum subjek pada masing-masing kelompok sebelum dilakukan intervensi. Karakteristik tersebut meliputi usia, lama merokok, dan indeks massa tubuh menurut umur (IMT/U). Data ini sudah ditetapkan pada kriteria inklusi yaitu subjek remaja laki-laki berusia 16-17 tahun, memiliki kebiasaan merokok ringan (5-10 batang per hari) setidaknya selama 1 tahun terakhir, dan memiliki indeks massa tubuh menurut umur (IMT/U) dengan kategori normal (-2 SD sd +3 SD).

Tabel 1. Karakteristik Umum Subjek Penelitian

Karakteristik	Kelompok				Total (n=48)
	K (n=12)	P1 (n=12)	P2 (n=12)	P3 (n=12)	
Usia					
16 tahun	2	3	4	3	12
17 tahun	10	9	8	9	36
Lama merokok					
1 tahun	7	3	2	4	16
2 tahun	4	6	5	5	20
3 tahun	1	2	4	2	9
4 tahun	-	1	1	1	3
IMT/U					
Normal	12	12	12	12	48

Tabel 2. Data Rerata Asupan Zat Gizi Sebelum Intervensi

Asupan zat gizi	Rerata				p-value
	K (n=12)	P1 (n=12)	P2 (n=12)	P3 (n=12)	
Protein (gr)	44,5	56,7	31,5	29,8	0,071 ^b
Lemak (gr)	47,9	59,0	43,0	43,0	0,190 ^a
Karbohidrat (gr)	119,6	154,4	112,2	142,1	0,102 ^a
Vit. A (µg)	521,8	505,0	361,6	382,8	0,341 ^a
Vit. B2 (mg)	0,58	0,56	0,40	0,46	0,278 ^a
Vit. C (mg)	12,7	8,1	6,2	4,2	0,267 ^b
Vit. E (mg)	3,62	2,86	1,65	1,70	0,004 ^{a*}
Cu (mcg)	610,8	686,6	471,6	416,6	0,030 ^{a*}
Zn (mg)	4,28	4,45	3,53	3,61	0,288 ^a

Keterangan: ^aUji one way anova, ^bUji kruskal wallis, *Signifikan < 0,05

Tabel 3. Efek Buah Naga Merah, Jambu Biji Merah, dan Kombinasinya terhadap KAT dan MDA

Parameter	Kelompok	Hari 0 Rerata ± SD	Hari 14 Rerata ± SD	Selisih Rerata ± SD	p-value
KAT (%)	K	10,06 ± 0,97	9,96 ± 0,95	-0,10 ± 0,76	0,203
	P1	10,23 ± 1,04	11,21 ± 1,51	0,97 ± 1,62	
	P2	10,33 ± 0,83	11,07 ± 0,97	0,74 ± 1,39	
	P3	9,71 ± 0,86	10,45 ± 1,12	0,74 ± 1,29	
MDA (nmol/ml)	K	4,796 ± 0,327	5,026 ± 0,349	0,229 ± 0,371	0,001*
	P1	4,520 ± 0,444	3,865 ± 0,695	-0,654 ± 0,922	
	P2	4,789 ± 0,504	4,197 ± 0,590	-0,592 ± 0,818	
	P3	5,015 ± 0,496	3,849 ± 0,771	-1,166 ± 0,670	

Keterangan: * Signifikan < 0,05 (One way ANOVA)

Tabel 4. Perbandingan Selisih Perubahan Kadar MDA

Kelompok	Perbandingan selisih rerata MDA		p-value
K : P1	0,229 ± 0,371	-0,654 ± 0,922	0,028*
K : P2	0,229 ± 0,371	-0,592 ± 0,818	0,049*
K : P3	0,229 ± 0,371	-1,166 ± 0,670	0,001*

Keterangan: *Signifikan < 0,05 (Post hoc benferroni)

Tabel 5. Data Rerata Asupan Zat Gizi Selama Intervensi

Asupan zat gizi	Rerata				p-value
	K (n=12)	P1 (n=12)	P2 (n=12)	P3 (n=12)	
Protein (gr)	44,1	43,7	56,1	45,5	0,072 ^a
Lemak (gr)	53,7	53,3	55,3	44,9	0,449 ^b
Karbohidrat (gr)	168,6	214,8	200,5	206,9	0,026 ^{b*}
Vit. A (µg)	417,4	665,4	972,8	681,1	0,003 ^{b*}
Vit. B2 (mg)	0,55	0,60	0,98	0,54	0,007 ^{a*}
Vit. C (mg)	6,15	59,7	187,6	121,5	0,001 ^{a*}
Vit. E (mg)	2,85	3,10	4,87	3,84	0,001 ^{b*}
Cu (mcg)	550	700	600	600	0,488 ^a
Zn (mg)	4,90	5,40	5,16	4,78	0,544 ^a

Keterangan: ^aUji one way anova, ^bUji kruskal wallis, *Signifikan < 0,05

Data Asupan Zat Gizi Sebelum Intervensi

Tabel 2 menunjukkan data asupan zat gizi sebelum intervensi. Secara umum, semua kelompok memiliki karakteristik asupan zat gizi yang sama kecuali pada asupan vitamin E dan mineral tembaga (Cu).

Efek Buah Naga Merah, Jambu Biji Merah, dan Kombinasinya terhadap KAT dan MDA

Tabel 3 menunjukkan efek intervensi buah naga merah, jambu biji merah, dan kombinasinya terhadap KAT dan MDA. Berdasarkan uji One way ANOVA,

selisih perubahan rerata kapasitas antioksidan total (KAT) pada semua kelompok tidak berbeda signifikan. Sementara itu, kadar MDA pada kelompok intervensi buah naga merah, jambu merah, dan kombinasinya mengalami penurunan dan selisih penurunannya berbeda signifikan. Maka dilanjutkan dengan uji *posthoc* untuk mengetahui kelompok mana yang berbeda dengan kelompok kontrol (Tabel 4). Berdasarkan uji *posthoc*, penurunan kadar MDA pada semua kelompok intervensi berbeda signifikan dibandingkan dengan kelompok

kontrol ($p < 0,05$). Penurunan terbesar terjadi pada kelompok kombinasi dengan penurunan sebesar 1,166 nmol/ml ($p = 0,001$).

Tabel 5 menyajikan rerata asupan zat gizi subjek selama intervensi. Asupan zat gizi antar kelompok yang berbeda signifikan meliputi asupan karbohidrat, vitamin A, vitamin B2, vitamin C, dan vitamin E ($p < 0,05$). Sedangkan asupan protein, lemak, Cu dan Zn tidak mengalami perbedaan yang signifikan. Adapun untuk melihat pengaruhnya terhadap perubahan kapasitas antioksidan total (KAT) dan kadar malondealdehid (MDA), maka dilakukan uji analisis kovariat.

Tabel 6. Hasil Analisis Kovariat Asupan Zat Gizi Selama Intervensi terhadap KAT dan MDA

Variabel kovariat	<i>p-value</i>
Variabel dependen: Kapasitas Antioksidan Total	0,211
Asupan protein	0,221
Asupan lemak	0,975
Asupan karbohidrat	0,155
Asupan vitamin A	0,883
Asupan vitamin B2	0,372
Asupan vitamin C	0,246
Asupan vitamin E	0,948
Asupan Cu	0,305
Asupan Zn	0,092
Kelompok	
Variabel dependen: Kadar Malondealdehid	
Asupan protein	0,615
Asupan lemak	0,649
Asupan karbohidrat	0,304
Asupan vitamin A	0,304
Asupan vitamin B2	0,613
Asupan vitamin C	0,742
Asupan vitamin E	0,639
Asupan Cu	0,499
Asupan Zn	0,611
Kelompok	0,039*

Keterangan: Uji *Ankova* *Signifikan $< 0,05$

Tabel 6 menyajikan hasil analisis kovariat (ANKOVA) antara variabel asupan zat gizi selama intervensi terhadap perubahan kapasitas antioksidan total (KAT) dan kadar malondealdehid (MDA). Hasil analisis kovariat menunjukkan tidak ada variabel yang mempengaruhi kapasitas antioksidan total (KAT) secara signifikan. Sedangkan perubahan kadar malondealdehid (MDA) dipengaruhi oleh variabel kelompok ($p < 0,05$).

PEMBAHASAN

Konsumsi 200 gram buah naga merah, 200 gram jambu merah, dan kombinasinya selama 14 hari dapat meningkatkan kapasitas antioksidan total dalam darah meskipun secara statistik tidak signifikan. Pengukuran kapasitas antioksidan total pada serum darah diawali

dengan proses deproteinasi untuk menghilangkan protein sehingga tidak mengganggu hasil pengukuran³⁶. Tetapi hasilnya tidak signifikan yang mungkin disebabkan oleh pengukuran kapasitas antioksidan total tidak dilakukan pada waktu optimal. Pada penelitian ini, kapasitas antioksidan total diukur lebih dari 8 jam setelah subjek mengkonsumsi buah intervensi. Sedangkan berdasarkan beberapa penelitian lain diketahui bahwa waktu optimal untuk mengukur peningkatan kapasitas antioksidan total yaitu 2 hingga 8 jam setelah subjek mengonsumsi sumber makanan antioksidan, kemudian secara bertahap kapasitas antioksidan total akan kembali menuju *baseline*^{36,38}. Selain itu, peningkatan kapasitas antioksidan total yang tidak signifikan mungkin disebabkan oleh metabolit antioksidan di dalam darah telah bereaksi untuk menetralkan radikal bebas sehingga ketika diukur kapasitasnya tidak meningkat³⁹. Kemungkinan ini didukung oleh variabel kadar MDA sebagai produk peroksidasi lipid yang menurun secara signifikan setelah intervensi 200 gram buah naga merah, 200 gram jambu biji, atau kombinasi 100 gram buah naga merah dan 100 gram jambu merah selama 14 hari pada subjek remaja perokok ringan.

Peningkatan kadar MDA pada perokok disebabkan oleh kandungan yaitu nikotin, tar, dan karbon monoksida yang memicu pembentukan ROS di dalam tubuh⁶. Akumulasi ROS ini akan mengoksidasi lipid di dalam tubuh. Peroksidasi lipid secara umum dapat dijelaskan melalui tiga fase yaitu inisiasi, propagasi, dan terminasi⁴⁰. Pada fase inisiasi, prooksidan seperti radikal hidroksil ($\text{OH}\cdot$) menghilangkan atom hidrogen dari karbon lipid sehingga membentuk radikal lipid ($\text{L}\cdot$). Pada fase propagasi, radikal lipid ($\text{L}\cdot$) dengan cepat bereaksi dengan oksigen untuk membentuk radikal peroksid lipid ($\text{LOO}\cdot$) yang mengambil hidrogen dari molekul lipid lain untuk menghasilkan radikal lipid baru ($\text{L}\cdot$) yang melanjutkan reaksi berantai. Pada fase terminasi, radikal peroksid lipid ($\text{LOO}\cdot$) yang mengambil hidrogen akan membentuk lipid hidroperoksida (LOOH) sebagai produk primer dan malondealdehid (MDA) sebagai produk sekunder⁴¹.

Hasil penelitian menunjukkan penurunan kadar malondealdehid terjadi pada semua kelompok intervensi. Pemberian 200 gram buah naga merah selama 14 hari dapat menurunkan kadar MDA sebesar 0,654 nmol/ml. Hasil penelitian ini serupa dengan hasil beberapa penelitian lain bahwa intervensi buah naga merah dapat menurunkan kadar malondealdehid^{33,42-44}. Pemberian 200 gram jus buah naga merah selama 7 hari dapat menurunkan kadar MDA pada perokok³³. Penelitian lain pada tikus model hiperlidemia dengan pemberian 60mg/hari ekstrak buah naga merah juga menunjukkan hasil serupa⁴². Penurunan kadar MDA setelah pemberian buah naga merah dapat dimediasi oleh kandungan antioksidan berupa vitamin A, vitamin C, dan senyawa fitokimia meliputi asam fenolik (asam galat), dan

flavonoid (rutin, catechin), serta kandungan betacyanin^{17-19,24}.

Pemberian 200 gram buah jambu biji merah selama 14 hari dapat menurunkan kadar MDA sebesar 0,592 nmol/ml. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Sinaga *et al.* (2017) yaitu pemberian jus jambu biji merah setelah melakukan latihan fisik intensitas berat dapat menghambat pembentukan MDA⁴⁵. Adapun hasil penelitian Maryanto (2013) menunjukkan bahwa dengan pemberian 0,72 gram serbuk jambu pada tikus hiperkolesterolemia juga dapat menurunkan kadar MDA⁴⁶. Mekanisme penghambatan pembentukan MDA oleh jambu biji merah dimediasi oleh kandungan antioksidan berupa vitamin C yang tinggi, senyawa asam fenolik (gallic acid), dan flavonoid (catechin, quercetin, rutin, proanthocyanidin)¹⁸.

Pemberian kombinasi 100 gram buah naga merah dan 100 gram jambu biji merah juga dapat menurunkan kadar MDA sebesar 1,166 nmol/ml. Penelitian lain tentang kombinasi buah naga merah dan jambu biji merah terhadap kadar MDA belum ditemukan. Tetapi hasil penelitian pemanfaatan kombinasi sumber antioksidan oleh Suwimol *et al.* (2012) menunjukkan bahwa konsumsi kombinasi berbagai buah dan sayuran dapat menurunkan kadar MDA⁴⁷. Efek kombinasi buah naga merah dan jambu biji merah tergolong baik karena mampu menurunkan kadar MDA lebih besar dibandingkan pada kelompok intervensi lainnya.

Penurunan kadar MDA pada semua kelompok intervensi dimediasi oleh mekanisme sumbangan elektron atau atom hidrogen dari kandungan antioksidan kepada radikal bebas anion superoksida ($O_2^{\bullet-}$) ataupun hidroksil (OH^{\bullet}) sehingga membuatnya lebih stabil²⁶⁻²⁸. Selain itu, karakter fisikokimia betacyanin dapat menetralkan radikal peroksil (LOO^{\bullet}) pada tahap propagasi untuk memutus rantai pembentukan radikal lipid baru (L^{\bullet})⁴⁸. Mekanisme ini dapat memutus reaksi berantai peroksidasi lipid sehingga menurunkan pembentukan MDA sebagai produk sekundernya. Aktivitas antioksidan sangat tergantung pada jumlah dan lokasi kelompok fenolik ($-OH$), yang berperan dalam menetralkan radikal bebas²⁷. Penurunan MDA oleh kombinasi buah naga dan jambu biji merah yang lebih besar dibandingkan pada kelompok lain dapat disebabkan oleh efek sinergistik dari berbagai antioksidan yang terkandung di dalamnya. Mekanisme ROS dalam mengoksidasi target dapat melalui mekanisme yang kompleks, maka dibutuhkan berbagai antioksidan yang bekerja pada jalur berbeda dalam menunjukkan respon antioksidannya. Kombinasi berbagai senyawa kompleks akan memiliki bioaktivitas yang lebih tinggi dibandingkan senyawa tunggal dalam mempengaruhi berbagai target⁴⁹.

Kelebihan penelitian ini yaitu pengukuran kapasitas antioksidan total diawali dengan melakukan deproteinasi dengan tujuan menghilangkan protein yang

bersifat antioksidan sehingga meminimalkan bias yang disebabkan oleh keberadaan protein dalam serum darah. Hanya saja juga terjadi keterbatasan dalam pengukuran kapasitas antioksidan total yang tidak dilakukan pada waktu optimal sehingga efek pengaruh intervensi tidak tergambarkan secara akurat. Oleh karena itu diperlukan penelitian lanjutan dengan melakukan pengukuran kapasitas antioksidan total pada waktu yang optimal dan dilakukan pada subjek dengan karakteristik perokok derajat berat dan kronis yang diketahui mengalami stres oksidatif dalam tingkat yang lebih berat.

SIMPULAN

Pemberian buah naga merah, jambu biji merah, atau kombinasi keduanya dapat menurunkan kadar malondealdehid pada remaja perokok ringan. Hasil terbaik ditunjukkan pada kelompok kombinasi. Hasil ini membuktikan bahwa buah naga merah dan jambu biji merah memiliki potensi yang baik sebagai sumber antioksidan. Sedangkan efeknya terhadap kapasitas antioksidan total tidak signifikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Universitas Sebelas Maret dan Universitas Jember yang telah memberikan dukungan atas terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. World Health Organization (WHO). WHO urges more countries to require large, graphic health warnings on tobacco packaging: the WHO report on the global tobacco epidemic, 2011 examines anti-tobacco massmedia campaigns. *Cent Eur J Public Health*. 2011;19(3):133-51.
2. World Health Organization (WHO). WHO Global Report on Trends in Prevalence of Tobacco Smoking 2015. Geneva: WHO Library Catalogue. 2015.
3. World Health Organization (WHO). Global Youth Tobacco Survey (GYTS): Indonesia report, 2014. New Delhi: WHO-SEARO. 2015.
4. Kendler KS, Myers J, Damaj MI, Chen X. Early smoking onset and risk for subsequent nicotine dependence: a monozygotic co-twin control study. *Am J Psychiatry*. 2013;170(4):408-13.
5. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). How tobacco smoke causes disease: The biology and behavioral basis for smoking-attributable disease: A report of the surgeon general. Atlanta (GA): Centers for Disease Control and Prevention (US). 2010.
6. Zhao J, and Hopke PK. Concentration of reactive oxygen species (ros) in mainstream and sidestream

- cigarette smoke. *Aerosol Sci Tech.* 2012;46(2):191-7.
7. Lymperaki E, Makedou K, Iliadis S, Vagdatli E. Effects of acute cigarette smoking on total blood count and markers of oxidative stress in active and passive smokers. *Hippokratia.* 2015; 19(4):293-7.
 8. Jaggi S, and Yadav AS. Increased serum malondialdehyde levels among cigarette smokers. *Pharma Innovation.* 2015;4(4):94-6.
 9. Bello HA, Dandare A, Danmaliki GI. Effects of cigarette smoking on lipid peroxidation and serum antioxidant vitamins. *IOSR-JPBS.* 2017;12(2):40-4.
 10. Kashinakunti SV, Kollur P, Kallaganada GS, Rangappa M, Ingin JB. Comparative study of serum MDA and vitamin C levels in non-smokers, chronic smokers and chronic smokers with acute myocardial infarction in men. *J Res Med Sci.* 2011;16(8):993-8.
 11. Nagaraj, Kumar SD, Paunipagar PV. Study of serum malondialdehyde and vitamin c in smokers. *J Sci Innov Res.* 2014;3(6):569-71.
 12. Lymperaki E, Makedou K, Iliadis S, Vagdatli E. Effects of acute cigarette smoking on total blood count and markers of oxidative stress in active and passive smokers. *Hippokratia.* 2015;19(4):293-7.
 13. Bakhtiari S, Azimi S, Mehdipour M, Amini S, Elmi Z, Namazi Z. Effect of Cigarette Smoke on Salivary Total Antioxidant Capacity. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2015;9(4):281-4.
 14. Ugochukwu OBIL, Anyadike N, Okaforchidimma, Dioka CE, Meludu SC. Evaluation of total antioxidant status, superoxide dismutase and malondialdehyde in apparently healthy active tobacco smokers in Nnewi Metropolis, SouthEast, Nigeria. *JSIR.* 2017;6(3):105-12.
 15. Birben E, Sahiner UM, Sackesen C, Erzurum S, Kalayci O. Oxidative stress and antioxidant defense. *World Allergy Organ J.* 2012;5(1):9-19.
 16. Phaniendra A, Jestadi DB, Periyasamy L. Free radicals: properties, sources, targets, and their implication in various diseases. *Indian J Clin Biochem.* 2015;30(1):11-26.
 17. Kim H, Choi HK, Moon JY, Kim YS, Mosaddik A, Cho SK. Comparative antioxidant and antiproliferative activities of red and white pitayas and their correlation with flavonoid and polyphenol content. *J Food Sci.* 2011;76(1):C38-45.
 18. Recuenco MC, Lacsamana MS, Hurtada WA, Sabularse VC. Total phenolic and total flavonoid contents of selected fruits in the philippines. *Phil J Sci.* 2016;145(3):275-81.
 19. Grzesik M, Naparło K, Bartosz G, Sadowska-Bartosz I. Antioxidant properties of catechins: comparison with other antioxidants. *Food Chem.* 2018;241:480-92.
 20. Wong YM, and Siow LF. Effects of heat, pH, antioxidant, agitation and light on betacyanin stability using red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) juice and concentrate as models. *J Food Sci Technol.* 2015;52(5):3086-92.
 21. Naderi N, Ghazali HM, Hussin ASM, Amid M, Manap MYA. Characterization and quantification of dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) betacyanin pigments extracted by two procedures. *Pertanika J Trop agric Sci.* 2012;35(1):33-40.
 22. Woo KK, Ngou FH, Ngo LS, Soong WK, Tang PY. Stability of betalain pigment from red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *Am J Food Technol.* 2011;6(2):140-8.
 23. Kumari N, Gautam S, Ashutosh C. *Psidium guajava* a fruit or medicine - an overview. *Pharma Innovation.* 2013;2(8):63-7.
 24. Lima GPP, Vianello F, Corrêa CR, da Silva Campos RA, Borguini MG. Polyphenols in fruits and vegetables and its effect on human health. *Food Nutr Sci.* 2014;5(11):1065-82.
 25. Alam MN, Bristi NJ, Rafiquzzaman M. Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. *Saudi Pharm J.* 2013;21(2):143-52.
 26. Dai J, and Mumper RJ. Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules.* 2010;15(10):7313-52.
 27. Brewer MS. Natural antioxidants: sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. *Compr Rev Food Saf.* 2011;10(4):221-47.
 28. Pereira DM, Valentão P, Pereira JA, Andrade PB. Phenolics: from chemistry to biology. *Molecules.* 2009;14:2202-11.
 29. Anand-Swarup KR, Sattar MA, Abdullah NA, Abdulla MH, Salman IM, Rathore HA, et al. Effect of dragon fruit extract on oxidative stress and aortic stiffness in streptozotocin-induced diabetes in rats. *Pharmacognosy Res.* 2010;2(1):31-5.
 30. Hakim ALR, Ambardini RL, Nugroho WA, Burhaein E. Dragon fruit giving effect against malondealdehyde (MDA) levels in muay thai athletes with high intensity interval training (HIIT) method. *Journal of Education, Health and Sport.* 2018;8(10):190-8.
 31. Winara W, Rumini R, Nasuka N. Pengaruh pemberian jus jambu biji merah dan denyut nadi sub-maksimal terhadap kadar MDA (Malondialdehyde) pada SSB Garuda Bintang Sumatera Utara. *Journal of Physical Education and Sports.* 2017;6(1):95-100.
 32. Thadeus MS, Fauziah C, Zulfa F, Anisah A. The Effect of Red Dragon Fruit Extract (*Hylocereus Polyrhizus*) on Membrane Lipid Peroxidation and Liver Tissue Damage Triggered by Hyperlipidemia

- in White Rats (*Rattus Norvegicus*). *AHSR*. 2019;13:187-95.
33. Panjaitan P, Annisa N, Rijai L. Observasi klinik perubahan kadar malondealdehid pada perokok dan non-perokok dengan pemberian minuman antioksidan jus buah naga merah (*H.Polyrhizus*). *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conference*. 2017;6:54-7.
 34. Prior RL, Gu L, Wu X, Jacob RA, Sotoudeh G, Kader AA, Cook RA. Plasma antioxidant capacity changes following a meal as a measure of the ability of a food to alter in vivo antioxidant status. *J Am Coll Nutr*. 2007;26:170-81.
 35. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. *Perilaku Berisiko Kesehatan pada Pelajar SMP dan SMA di Indonesia*. Badan Litbangkes Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta; 2015.
 36. Chrzczanowicz J, Gawron A, Zwolinska A, de Graft-Johnson J, Krajewski W, Krol M, et al. Simple method for determining human serum 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl (DPPH) radical scavenging activity - possible application in clinical studies on dietary antioxidants. *Clin Chem Lab Med*. 2008;46(3):342-9.
 37. Buege JA, and Aust SD. Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol*. 1978;52:302-10.
 38. Perez-Jimenez J, Serrano J, Taberner M, Arranz S, Diaz-Rubio ME, Garcia-Diz L, et al. Bioavailability of phenolic antioxidants associated with dietary fiber: Plasma antioxidant capacity after acute and long-term intake in humans. *Plant Foods Hum Nutr*. 2009;64:102-7.
 39. Damayanthi E, Kustiyah L, Khalid M, Farizal H. Antioxidant activity rice bran higher than tomato juice and the decreasing of total antioxidant activity serum after high antioxidant beverage intervention. *Journal of Nutrition and Food*. 2010;5(3):205-10.
 40. Yin H, Xu L, Porter NA. Free radical lipid peroxidation: mechanisms and analysis. *Chem Rev*. 2011;111(10):5944-72.
 41. Ayala A, Muñoz MF, Argüelles S. Lipid peroxidation: production, metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal. *Oxid Med Cell Longev*. 2014;360438.
 42. Thadeus MS, Fauziah C, Zulfa F, Anisah A. The effect of red dragon fruit extract (*Hylocereus polyrhizus*) on membrane lipid peroxidation and liver tissue damage triggered by hyperlipidemia in white rats (*Rattus Norvegicus*). *AHSR*. 2019;13:187-95.
 43. Herdiani N, and Putri EBP. Pengaruh ekstrak buah naga merah terhadap kadar mda tikus yang diberi paparan asap rokok. *IJOB*. 2018;2(1):1-7.
 44. Maigoda TC, Sulaeman A, Setiawan B, Wibawan IWT. Effects of red dragon fruits (*Hylocereus polyrhizus*) powder and swimming exercise on inflammation, oxidative stress markers, and physical fitness in male obesity rats (Sprague dawley). *IJSBAR*. 2016;25(1):123-41.
 45. Sinaga FA, Hasibuan R, Risfandi M. Decrease of malondialdehyde levels by consuming red guava fruit juice in maximal physical activity. *IJSR*. 2017;7(11):449-51.
 46. Maryanto S. The effects of red guava (*Psidium guajava* L) fruits on lipid peroxidation in hypercholesterolemic rats. *Basic Res J Med Clin Sci*. 2013;2(11):116-21.
 47. Suwimol S, Pimpanit L, Aporn M, Pichita S, Ratiyaporn S, Wiroj J. Impact of fruit and vegetables on oxidative status and lipid profiles in healthy individuals. *Food and Public Health*. 2012;2(4):113-8.
 48. Tesoriere L, Allegra M, Gentile C, Livrea MA. Betacyanins as phenol antioxidants. Chemistry and mechanistic aspects of the lipoperoxyl radical-scavenging activity in solution and liposomes. *Free Radic Res*. 2009;43:706-17.
 49. Schmidt B, Ribnicky DM, Poulev A, Logendra S, Cefalu WT, Raskin I. A natural history of botanical therapeutics. *Metab*. 2008;57(7 Suppl 1):S3-9.