

TEPUNG BUAH NAGA MERAH DAN OLAHRAGA MEMPERBAIKI GLUKOSA DARAH DAN PROFIL LIPID DARAH PADA TIKUS OBES

(Red dragon fruit flour and exercise improve blood glucose and lipid profile in obese rats)

Wiwi Febriani^{1*}, Ahmad Sulaeman¹, Budi Setiawan¹

¹ Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia (FEMA), Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the effects of feeding flour-based red dragon fruit and exercise to blood glucose and lipid profile in obese rats. Total of 20 males Sprague-Dawley were divided into five groups: standard diet (SD), high fat diet (HFD), high fat diet + exercise (HFD+E), high fat diet + red dragon fruit flour (HFDRD), and high fat diet + red dragon fruit flour + exercise (HFDRD+E). The intervention was carried out for four weeks after 18 weeks fattening periode. The results showed that red dragon fruit and exercise significantly decreased blood glucose, total cholesterol (TC), trygliseride (TGA), and LDL-cholesterol (LDL-C) ($p < 0.05$), but not for HDL-cholesterol. The HFDRD+E group significantly ($p < 0.05$) had highest decreased of blood glucose, TC. In conclusion, red dragon fruit and exercise have a potential effect to improve hyperglycemic condition and dyslipidemic condition.

Keywords: blood glucose, lipid profile, obese rats, red dragon fruit

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pengaruh pemberian pakan berbasis tepung buah naga merah dan olahraga terhadap glukosa darah dan profil lipid pada tikus obes. Sebanyak 20 tikus jantan galur *Sprague-Dawley* dibagi ke dalam lima kelompok yaitu pakan standar (PS), pakan tinggi lemak (PTL), pakan tinggi lemak + olahraga (PTL+OR), pakan tinggi lemak + tepung buah naga merah (PTLBNM), dan pakan tinggi lemak + tepung buah naga merah + olahraga (PTLBNM+OR). Intervensi dilakukan selama empat minggu setelah 18 minggu masa penggemukan. Hasil menunjukkan bahwa buah naga merah dan olahraga secara signifikan menurunkan glukosa darah, kolesterol total (Kol-T), trigliserida (TGA), dan LDL-kolesterol (LDL-K) ($p < 0,05$), tetapi tidak untuk HDL-kolesterol. Kelompok PTLBNM+OR memiliki penurunan terbesar pada glukosa darah, Kol-T, dan TGA ($p < 0,05$). Kesimpulannya, tepung buah naga merah dan olahraga memiliki efek potensial dalam memperbaiki kondisi hiperglikemia dan dislipidemia.

Kata kunci: buah naga merah, glukosa darah, profil lipid, tikus obes

PENDAHULUAN

Prevalensi obesitas pada remaja usia 12-19 tahun meningkat dari 5% menjadi 21 % selama periode 1980-2012 (Ogden *et al.* 2014). Menurut Riskesdas tahun 2013 prevalensi gemuk pada remaja meningkat 1,4% menjadi 7,3% dari tahun 2010 (Kemenkes RI 2013). Efek obesitas pada anak-anak dan remaja yang perlu menjadi perhatian adalah munculnya penyakit kardiovaskular di masa depan (Reilly 2006).

Kebanyakan remaja saat ini secara rutin mengonsumsi makanan tinggi kalori daripada melakukan aktivitas fisik (Nestle 2006). Remaja obes cenderung sedikit mengonsumsi sayur dan buah (Davis & Carpenter 2009). Kurangnya

aktivitas fisik juga memegang peranan penting dalam pengembangan obesitas (Hassan 2015). Intervensi dini untuk meningkatkan aktivitas fisik pada dan remaja penting dilakukan untuk mencegah peningkatan obesitas (Ostojic *et al.* 2011).

Buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) merupakan buah kaya gizi yang saat ini banyak menarik minat konsumen (Wu *et al.* 2006). Kandungan flavonoid dan polifenol cukup tinggi pada daging buah naga merah, masing-masing sebesar 9,56 mg RE/g dan 4,91 mg GAE/g (Kim *et al.* 2011). Penelitian Maigoda *et al.* (2016) menunjukkan bahwa buah naga mengandung banyak komponen bioaktif seperti flavonoid, asam fenolat, vitamin C, antosianin, dan alkaloid. Buah

*Korespondensi: Telp: +6281289085316, Surel: wiwifebriani21@gmail.com

naga merah segar secara signifikan mengurangi resistensi insulin, aterosklerosis dan hipertrigliseridemia pada tikus yang diinduksi suplemen fruktosa (Omidzadeh *et al.* 2011). Kandungan betalains dalam buah naga merah dapat menekan produksi asam lemak rantai pendek dan mencegah peningkatan serum total kolesterol pada tikus dengan dislipidemia (Gengatharan *et al.* 2015).

Olahraga memegang peranan penting dalam pencegahan dan kontrol resistensi insulin, prediabetes, dan diabetes mellitus tipe 2 (Colberg *et al.* 2010). Olahraga aerobik secara teratur dan berkelanjutan dapat memperbaiki aksi insulin yang secara akut dapat mengatur tingkat glukosa darah. Hasil meta-analisis oleh Kelley *et al.* (2006) menunjukkan bahwa olahraga aerobik secara signifikan dapat meningkatkan *High Density Lipoprotein Cholesterol* dan menurunkan trigliserida.

Tikus merupakan hewan yang sering digunakan sebagai model dalam mempelajari obesitas. Hal ini karena tikus memiliki kesamaan besar pada hemologi dan genom dengan manusia (Dieman *et al.* 2006). Penelitian terkait buah naga merah yang dihubungkan dengan potensi dan pengaruhnya terhadap kesehatan masih jarang dilakukan. Penting untuk mengkaji apakah terdapat pengaruh pemberian buah naga merah dan latihan aerobik terhadap kadar gula dan profil lipid darah pada tikus obes.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian pakan berbasis tepung buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) dan olahraga terhadap glukosa darah dan profil lipid tikus obes. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk 1) mengetahui perbedaan berat badan (BB), panjang badan (PB), indeks massa tubuh (IMT), dan lingkar perut (LP); 2) mengetahui rata-rata konsumsi pakan tikus selama masa intervensi; 3) menganalisis pengaruh perlakuan terhadap penurunan konsumsi pakan; 4) menganalisis pengaruh perlakuan terhadap IMT tikus obes; 5) menganalisis pengaruh perlakuan terhadap glukosa darah tikus obes; 6) menganalisis pengaruh perlakuan terhadap profil lipid darah antara lain kolesterol total (Kol-T), *high density lipoprotein cholesterol* (HDL-K), trigliserida (TGA) dan *low density lipoprotein cholesterol* (LDL-K) tikus obes.

METODE

Desain, tempat, dan waktu

Desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL). Penelitian ini dilakukan di beberapa laborato-

rium. Pembuatan tepung buah naga merah dilakukan di Laboratorium PAU IPB, pembuatan pakan dilakukan di Laboratorium Industri Pakan Ternak, Fakultas Peternakan IPB, pemeliharaan dan pengambilan darah dilakukan di *Feterenary Stem Cell Laboratory*, analisis darah dilakukan di Laboratorium Balai Pengobatan Muhammadiyah Kota Bogor. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2015-Agustus 2016.

Jumlah dan cara pengambilan sampel

Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 20 ekor tikus yang dihitung berdasarkan rumus Frederer (1997) yaitu $(n-1)(t-1) \geq 15$, dengan n adalah jumlah sampel yang dibutuhkan, dan t adalah jumlah perlakuan. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dari Komisi Etik Hewan, Fakultas Kedokteran Hewan IPB No. 020/KEH/SKE/II/2015.

Bahan dan alat

Hewan coba yang digunakan dalam penelitian ini adalah tikus jantan putih galur *Sprague-Dawley* berusia 2 bulan dengan berat badan 80-120 g. Bahan lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah naga merah, pakan tinggi lemak (PTL) D12492 dan pakan standar (PS) D12450 B menurut Ulman (2006), serta pakan dengan formulasi campuran antara tepung buah naga merah dan pakan tinggi lemak.

Peralatan yang digunakan untuk perawatan tikus terdiri dari kandang berisi sekam yang dilengkapi dengan wadah makanan dan botol minum, penutup kandang berbahan besi, timbangan digital untuk menimbang bobot tikus dan sisa pakan, serta seperangkat alat pembersih kandang. Peralatan untuk keperluan renang adalah kotak berukuran 37 cm x 30 cm, x 50 cm berbahan *acrylic* dengan kedalaman 50 cm yang dilengkapi dengan mesin pendorong arus air.

Tahapan penelitian

Formulasi pakan dengan buah naga merah. Formulasi didasarkan pada kebutuhan flavonoid pada manusia yaitu sebesar 210 mg per hari (Knab *et al.* 2013). Dosis flavonoid pada tikus dihitung dengan menggunakan tabel konversi manusia-tikus menurut Suhardjono (1995) sehingga diperoleh kebutuhan flavonoid untuk tikus sebesar 45 mg per hari. Rata-rata konsumsi tikus sehari sebesar 30 g. Oleh karena itu, pakan tikus terdiri dari 25 g tepung buah naga merah dan 5 g pakan tinggi lemak. Pakan dengan buah naga merah merupakan substitusi tepung buah naga merah dan pakan tinggi lemak dengan perbandingan 5:1.

Masa adaptasi dan masa penggemukkan.

Masa adaptasi dimaksudkan untuk memastikan hewan coba berada dalam keadaan sehat sebelum dilakukan penggemukkan, yaitu dilakukan selama 10 hari. Tikus diberikan PS selama masa adaptasi. Proses penggemukkan hewan coba dilakukan selama 18 minggu hingga mencapai target obesitas dengan $IMT \geq 0,68$ g per cm^2 (Novelli *et al.* 2007). Proses penggemukkan dilakukan dengan pemberian pakan tinggi lemak dengan sumbangan energi dari lemak sebesar 57%. Pemberian pakan pada masa adaptasi dan masa penggemukkan dilakukan secara *ad libitum*.

Masa intervensi. Periode intervensi pada penelitian ini selama empat minggu. Tikus dibagi menjadi lima kelompok perlakuan yang masing-masing terdiri dari empat ekor tikus. Lima kelompok perlakuan dalam penelitian ini antara lain pakan standar (PS), pakan tinggi lemak (PTL), pakan tinggi lemak + olahraga (PTL+OR), pakan tinggi lemak + buah naga merah (PTLBNM), dan pakan tinggi lemak + buah naga merah + olahraga (PTLBNM+OR). Kelompok tikus yang diberikan intervensi olahraga harus melakukan olahraga renang sebanyak tiga kali seminggu di pagi hari. Selama olahraga dilakukan, harus dipastikan ekor tikus tidak menyentuh dasar kolam dan berenang selama delapan menit (Kregel *et al.* 2006). Pakan diberikan sebanyak 30 g (*ad libitum*). Pemberian dan perhitungan sisa pakan dilakukan pada pukul 10.00 pagi atau sebelum dilakukan olahraga pada kelompok dengan olahraga.

Pengukuran antropometri. Indikator antropometri yang diukur antara lain BB, PB, dan LP. BB diukur dengan timbangan digital dengan ketelitian 0,1 g sedangkan PB dan LP diukur dengan menggunakan aplikasi "imagej".

Pengambilan dan analisis darah. Pengambilan dan analisis darah dilakukan sebanyak dua kali, yaitu pada minggu ke-0 (sebelum intervensi) dan minggu ke-4 (setelah intervensi). Darah diambil langsung dari vena mata (*arteri ocular*) ± 5 mL dengan menggunakan *microhaematocrit capillary tubes* setelah tikus dibius dengan ketamin dosis 10 mg/ kg BB tikus. Analisis darah yang dilakukan antara lain glukosa, Kol-T, HDL-K, TGA, dan Kol-T. Kadar LDL-K diukur secara tidak langsung (*indirect*) menggunakan rumus

Friedewald, yaitu dengan mengurangi Kol-T dengan HDL-K dan seperlima dari TGA.

Pengolahan dan analisis data

Data glukosa darah dan profil lipid dianalisis dengan Analisis Ragam (Anova) pada tingkat kepercayaan 95%. Jika hasil analisis menunjukkan pengaruh nyata terhadap peubah respon, maka dilakukan uji lanjut Duncan. Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan menggunakan program *Microsoft Excell* dan *SPSS for Windows* versi 16.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN**Penggemukkan hewan coba**

Sebaran sampel menurut parameter antropometri selama masa penggemukkan disajikan pada Tabel 1. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan baik BB, PB, LP, dan IMT sebelum dan setelah masa penggemukkan ($p < 0,05$). Parameter antropometri meningkat signifikan selama masa penggemukkan. Berat badan tikus meningkat sebesar $292,83 \pm 25,63$ g, PB sebesar $5,06 \pm 1,66$ cm, LP sebesar $5,34 \pm 1,13$ cm, dan IMT sebesar $0,42 \pm 0,07$ g per cm^2 . Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa rata-rata IMT setelah masa penggemukkan sebesar $0,74 \pm 0,05$ g per cm^2 . Hal ini berarti tikus berhasil digemukkan dan dikatakan obes menurut Novelli *et al.* (2007).

Penelitian yang dilakukan oleh Maigoda *et al.* (2016) menunjukkan bahwa tikus yang diberi pakan tinggi lemak selama 18 minggu memiliki lemak sentral yang lebih besar (10,5 g) dibandingkan dengan yang diberi pakan standar (5,6 g). Selain itu, pengujian secara histologi juga menunjukkan bahwa tikus yang diberi pakan tinggi lemak memiliki akumulasi lemak di hati yang lebih besar dibandingkan dengan tikus yang diberi pakan standar. Hal ini menunjukkan bahwa penggemukkan hewan coba berhasil dilakukan baik ditinjau secara antropometri (IMT) maupun secara histologi.

Intervensi hewan coba

Formula PTLBNM tidak menggunakan buah naga merah segar melainkan tepung buah

Tabel 1. Sebaran sampel menurut parameter antropometri selama penggemukkan

Parameter	Rata-rata \pm SD		Rata-rata perubahan	p-value
	Sebelum	Sesudah		
BB (g)	108,19 \pm 18,20	401,02 \pm 28,04	292,83 \pm 25,63	0,001*
PB (cm)	18,20 \pm 1,12	23,26 \pm 1,06	5,06 \pm 1,66	0,001*
IMT (g/ cm^2)	0,33 \pm 0,04	0,74 \pm 0,05	0,42 \pm 0,07	0,001*
LP (cm)	9,91 \pm 0,75	15,25 \pm 1,05	5,34 \pm 1,13	0,001*

*berbeda nyata ($p < 0,05$).

naga merah. Hal ini merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk memperpanjang masa simpan buah. Buah naga merah yang dijadikan tepung akan memiliki masa simpan yang lebih lama. Hal ini karena tepung buah naga merah memiliki kadar air yang lebih rendah dibandingkan buah segar. Kadar air tepung buah naga merah sekitar 11,53% (Maigoda *et al.* 2016) sedangkan kadar air buah naga merah segar sekitar 86,20% (Khalili *et al.* 2006).

Hasil analisis terhadap jumlah konsumsi menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada konsumsi pakan antar kelompok ($p < 0,05$). Kelompok PTL+OR dan kelompok PTLBNM+OR memiliki rata-rata konsumsi terkecil yaitu masing-masing sebesar 17,63 g per hari dan 16,80 g per hari. Kelompok yang diberikan intervensi olahraga memiliki konsumsi makan yang lebih rendah dibandingkan kelompok yang tidak diberikan intervensi olahraga. Konsumsi pakan tikus antar kelompok intervensi disajikan pada Gambar 1.

Tikus yang diberikan intervensi olahraga intensitas sedang secara signifikan mengalami penurunan nafsu makan dan asupan pakan (Bilski *et al.* 2009; Ebal *et al.* 2007). Tikus yang diberikan intervensi olahraga memiliki hormon ghrelin yang lebih rendah dibandingkan yang tidak diberi intervensi olahraga (Ebal *et al.* 2007). Ghrelin merupakan hormon yang dapat meningkatkan konsumsi makanan melalui peningkatan nafsu makan (Cummings 2006).

Pengaruh perlakuan terhadap indikator antropometri

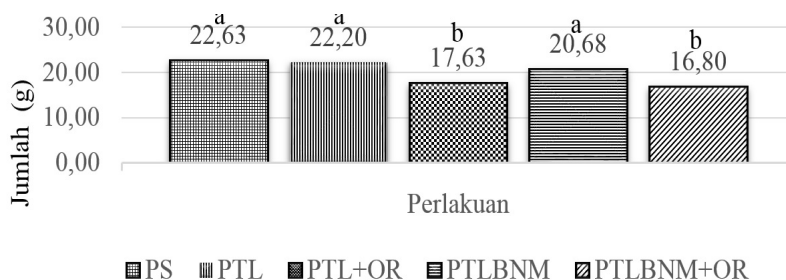
Obesitas dan dampaknya dapat ditinjau dari beberapa indikator antropometri seperti BB, IMT, dan LP. Sebaran parameter antropometri menurut kelompok perlakuan disajikan pada Tabel 2. Hasil Anova menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan antara perlakuan terhadap

BB dan IMT baik sebelum maupun sesudah intervensi ($p > 0,05$). Namun, terdapat kecenderungan penurunan BB dan IMT pada kelompok PTL+OR, PTLBNM, dan PTLBNM+OR dan sebaliknya terjadi peningkatan pada kelompok PS dan PTL.

Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rector *et al.* (2008) yang menunjukkan bahwa tikus yang diberi perlakuan olahraga akan mengalami penurunan berat badan. Namun, penelitian ini sejalan dengan Ramli *et al.* (2014) dan Omidzadeh *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan berat badan yang signifikan pada tikus yang diberi buah naga merah yang ditambah pakan tinggi lemak dengan tikus yang hanya diberikan pakan tinggi lemak saja.

Olahraga dan pakan buah naga merah dalam penelitian ini tidak secara signifikan memengaruhi BB dan IMT diduga karena perlakuan tersebut juga diiringi dengan pemberian pakan tinggi lemak. Namun, terjadi kecenderungan penurunan BB pada kelompok ini. Olahraga diketahui dapat menurunkan hormon ghrelin dalam tubuh yang selanjutnya berpengaruh terhadap penurunan nafsu makan (Ebal *et al.* 2007). Asupan yang lebih rendah seiring dengan terjadinya pengeluaran energi saat berolahraga dan asupan serat pangan dari buah naga merah diduga menyebabkan kecenderungan terjadinya penurunan berat badan. Penurunan BB dan IMT mungkin akan lebih signifikan apabila dilakukan perpanjangan durasi intervensi.

Besarnya LP erat kaitannya dengan penumpukan lemak visceral yang memicu terjadinya kondisi hiperglikemia dan dislipidemia (Després 2006). Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terdapat penurunan LP pada setiap kelompok. Hasil Anova menunjukkan bahwa kelompok yang diberikan intervensi buah naga merah dan olahraga renang secara signifikan memiliki peningkatan LP yang lebih kecil dibandingkan ke-



*Huruf yang berbeda dengan kelompok perlakuan yang lain menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$).

Gambar 1. Konsumsi pakan tikus antar kelompok perlakuan

Tabel 2. Sebaran parameter antropometri menurut kelompok perlakuan

Parameter	Sebelum	Sesudah	Perubahan
BB (g)			
PS	390,90 ± 35,91 ^a	400,33 ± 35,96 ^a	9,43 ± 0,78 ^a
PTL	405,83 ± 28,22 ^a	411,97 ± 27,52 ^a	6,13 ± 0,95 ^a
PTL+OR	390,52 ± 33,87 ^a	387,75 ± 33,75 ^a	- 2,78 ± 3,96 ^a
PTLBNM	395,10 ± 21,60 ^a	403,08 ± 32,65 ^a	- 7,98 ± 22,50 ^a
PTLBNM+OR	421,42 ± 24,04 ^a	417,85 ± 24,72 ^a	- 3,58 ± 0,79 ^a
p-value	0,550	0,714	0,382
IMT (g/cm²)			
PS	0,73 ± 0,06 ^a	0,70 ± 0,02 ^a	0,03 ± 0,05 ^a
PTL	0,73 ± 0,04 ^a	0,71 ± 0,06 ^a	0,02 ± 0,03 ^a
PTL+OR	0,71 ± 0,02 ^a	0,60 ± 0,11 ^a	-0,11 ± 0,09 ^a
PTLBNM	0,78 ± 0,05 ^a	0,70 ± 0,05 ^a	-0,08 ± 0,07 ^a
PTLBNM+OR	0,75 ± 0,08 ^a	0,64 ± 0,07 ^a	-0,11 ± 0,05 ^a
p-value	0,512	0,210	0,307
LP (cm)			
PS	15,18 ± 1,37 ^a	18,42 ± 1,35 ^a	3,24 ± 0,11 ^a
PTL	14,90 ± 0,99 ^a	18,62 ± 0,62 ^a	3,73 ± 0,59 ^a
PTL+OR	15,42 ± 0,69 ^a	16,88 ± 0,64 ^{ab}	1,46 ± 0,30 ^b
PTLBNM	14,93 ± 0,46 ^a	16,28 ± 0,21 ^b	1,36 ± 0,22 ^b
PTLBNM+OR	15,73 ± 1,74 ^a	16,91 ± 1,56 ^{ab}	1,18 ± 0,19 ^b
p-value	0,839	0,035*	0,001*

Rataan dengan huruf yang berbeda dengan perlakuan yang lain menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan; *berbeda signifikan ($p < 0,05$).

lompok PS dan PTL ($p < 0,05$). Hasil *systematic review* oleh Ohkawara *et al.* (2007) menunjukkan bahwa olahraga aerobik sebagai intervensi penurunan berat badan memiliki hubungan dosis-respon dengan penurunan lemak visceral pada subjek obes. Peningkatan durasi dan frekuensi renang mungkin dibutuhkan untuk melihat perubahan lingkar perut yang lebih signifikan.

Pengaruh perlakuan terhadap glukosa darah

Rata-rata glukosa darah pada tikus sebelum dilakukan intervensi berkisar antara 252,50-290,00 mg/dl. Glukosa darah sebelum intervensi tidak berbeda signifikan antar kelompok perlakuan ($p \geq 0,05$). Hal ini berarti glukosa darah awal tidak menjadi faktor perancu dalam proses intervensi. Sebaran glukosa darah menurut kelompok perlakuan disajikan pada Tabel 3.

Hasil Anova menunjukkan bahwa selama intervensi terjadi penurunan kadar glukosa yang

signifikan pada kelompok yang diberi perlakuan pakan buah naga merah, olahraga, dan kombinasi keduanya dibandingkan dengan PS dan PTL ($p < 0,05$). Kelompok PTLBNM+OR memiliki rata-rata penurunan glukosa terbesar ($173,50 \pm 7,14$ mg/dl) dan berbeda signifikan dengan keempat kelompok yang lain ($p < 0,05$). Hal ini berarti baik intervensi olahraga maupun pakan buah naga merah memiliki pengaruh yang nyata terhadap penurunan kadar glukosa darah. Kelompok yang diberi kombinasi antara pakan buah naga merah dan olahraga merah memiliki pengaruh yang lebih signifikan dibandingkan dengan kelompok yang hanya diberi buah naga merah atau olahraga saja.

Buah naga merah diketahui dapat menurunkan kadar glukosa darah pada tikus yang diberi pakan tinggi lemak (Ramli *et al.* 2014) maupun tikus yang diinduksi dengan suplemen fruktosa (Omidzadeh *et al.* 2014). Efek anti-resistensi insulin dari buah naga merah dapat dikaitkan dengan adanya kandungan antioksidan dan serat pa-

Tabel 3. Sebaran glukosa darah menurut kelompok perlakuan

Perlakuan	Sebelum	Sesudah	Perubahan
PS	270,67 ± 18,49 ^a	277,67 ± 20,60 ^b	7,00 ± 3,00 ^a
PTL	274,00 ± 7,94 ^a	306,67 ± 13,50 ^a	32,67 ± 14,47 ^a
PTL+OR	252,50 ± 29,01 ^a	132,00 ± 12,75 ^{cd}	-120,50 ± 38,35 ^b
PTLBNM	260,50 ± 22,47 ^a	149,50 ± 9,88 ^c	-111,00 ± 25,39 ^b
PTLBNM+OR	290,00 ± 9,20 ^a	116,50 ± 6,245 ^d	-173,50 ± 7,14 ^c
p-value	0,146	0,001*	0,001*

Rataan dengan huruf yang berbeda dengan perlakuan yang lain menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan; *berbeda signifikan ($p < 0,05$).

ngan larut air (Omidizadeh *et al.* 2014). Tepung buah naga merah kaya akan komponen bioaktif dan serat pangan (Maigoda *et al.* 2016).

Latihan intensitas sedang diketahui dapat memperbaiki kondisi hiperglikemia melalui perbaikan disfungsi endotelial. Olahraga berperan dalam pengaturan kadar gula darah di dalam tubuh melalui transporter glukosa yaitu GLUT-4. Olahraga akan memicu penyerapan glukosa ke dalam sel melalui translokasi GLUT-4 yang menyebabkan penurunan kadar glukosa darah (MacLaren & Morton 2012).

Baik buah naga merah maupun olahraga sama-sama memiliki kemampuan dalam kontrol glukosa darah. Dalam penelitian ini, intervensi dengan kombinasi antara pakan dengan buah naga merah dan olahraga diketahui memiliki pengaruh lebih besar terhadap penurunan kadar glukosa darah dibandingkan intervensi pakan buah naga merah saja atau olahraga saja.

Pengaruh perlakuan terhadap profil lipid darah

Rata-rata Kol-T, HDL-K, TGA, dan LDL-K pada tikus sebelum dilakukan intervensi tidak

berbeda signifikan antar kelompok perlakuan ($p \geq 0,05$). Hal ini berarti kondisi awal tidak menjadi faktor perancu dalam proses intervensi. Sebaran profil lipid darah menurut kelompok perlakuan disajikan pada Tabel 4.

Hasil Anova menunjukkan bahwa kelompok perlakuan berpengaruh signifikan terhadap Kol-T, TGA, dan LDL-K setelah intervensi ($p < 0,05$) tetapi tidak signifikan terhadap HDL-K ($p \geq 0,05$). Kelompok yang diberikan intervensi buah naga merah maupun olahraga secara signifikan dapat menurunkan Kol-T, TGA, dan LDL-K dibandingkan dengan PS dan PTL ($p < 0,05$). Namun, kelompok yang diberi kombinasi buah naga merah dan olahraga renang memiliki pengaruh lebih besar terhadap penurunan Kol-T dan TGA dibandingkan dengan olahraga renang saja ataupun pakan buah naga merah saja.

Latihan aerobik akut diketahui dapat meningkatkan terjadinya peroksidasi lipid akibatnya meningkatnya radikal bebas seperti *reactive oxygen species* (ROS). Salah satu penanda terjadinya peroksidasi lipid adalah terbentuknya LDL-K yang teroksidasi (Wellman & Bloomer 2009). HDL-K berperan dalam mengatur pengembalian

Tabel 4. Sebaran profil lipid darah menurut kelompok perlakuan

Parameter	Sebelum	Sesudah	Perubahan
Kol-T (mg/dl)			
PS	180,00 ± 7,94 ^a	178,33 ± 3,06 ^a	-1,67 ± 10,69 ^b
PTL	169,67 ± 3,51 ^a	184,00 ± 5,57 ^a	14,33 ± 4,04 ^a
PTL+OR	171,25 ± 3,59 ^a	129,75 ± 4,11 ^c	-41,50 ± 7,42 ^d
PTLBNM	172,00 ± 9,49 ^a	148,25 ± 2,99 ^b	-23,75 ± 9,50 ^c
PTLBNM+OR	177,00 ± 7,12 ^a	113,25 ± 4,65 ^d	-63,75 ± 11,09 ^c
p-value	0,317	0,001*	0,001*
HDL-K (mg/dl)			
PS	35,00 ± 2,00 ^a	32,00 ± 2,00 ^a	-3,00 ± 2,00 ^a
PTL	33,00 ± 1,73 ^a	38,00 ± 5,20 ^a	5,00 ± 4,58 ^a
PTL+OR	31,75 ± 2,36 ^a	31,25 ± 0,96 ^a	-0,50 ± 2,52 ^a
PTLBNM	37,00 ± 4,97 ^a	34,25 ± 3,50 ^a	-2,75 ± 6,55 ^a
PTLBNM+OR	36,50 ± 3,87 ^a	31,00 ± 1,16 ^a	-5,50 ± 4,93 ^a
p-value	0,212	0,178	0,373
TGA (mg/dl)			
PS	177,00 ± 7,21 ^a	169,33 ± 4,51 ^b	-7,67 ± 4,93 ^b
PTL	177,33 ± 5,03 ^a	188,33 ± 5,51 ^a	11,00 ± 1,00 ^a
PTL+OR	178,75 ± 6,13 ^a	135,25 ± 4,50 ^c	-43,50 ± 9,26 ^c
PTLBNM	178,00 ± 4,97 ^a	132,75 ± 4,50 ^c	-45,25 ± 9,07 ^c
PTLBNM+OR	174,25 ± 2,87 ^a	106,25 ± 4,27 ^d	-68,00 ± 2,94 ^d
p-value	0,795	0,001*	0,001*
LDL (mg/dl)			
PS	109,67 ± 8,62 ^a	112,47 ± 4,51 ^a	2,67 ± 11,85 ^{ab}
PTL	101,33 ± 3,06 ^a	112,67 ± 7,60 ^a	11,67 ± 8,33 ^a
PTL+OR	104,00 ± 6,38 ^a	71,50 ± 4,93 ^c	-32,50 ± 10,21 ^c
PTLBNM	99,25 ± 13,59 ^a	87,25 ± 3,20 ^b	-12,00 ± 11,19 ^b
PTLBNM+OR	105,75 ± 7,93 ^a	61,00 ± 4,08 ^d	-44,50 ± 11,27 ^c
p-value	0,612	0,001*	0,001*

Rataan dengan huruf yang berbeda dengan perlakuan yang lain menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan; *berbeda signifikan ($p < 0,05$).

transpor kolesterol (LDL-K) dari jaringan perifer kembali ke hati untuk ekskresi di empedu (Assmann & Gotto 2004).

Penghambatan oksidasi LDL-K oleh HDL-K terjadi melalui transisi ion logam dan juga mencegah pembentukan 12-lipooxygenase yang memediasi pembentukan lipid hidriperoksida. Penghambatan oksidasi LDL juga dihubungkan dengan kandungan antioksidan HDL-K yang tinggi (Assmann & Gotto 2004). Kadar HDL-K pada kelompok yang diberi olahraga dan buah naga merah rendah diduga akibat aktivitasnya dalam transpor kolesterol sebagai antioksidan, hal ini dibuktikan dengan terjadinya penurunan kadar LDL-K di dalam darah.

Perbaikan profil lipid darah terlihat pada kelompok yang diberikan intervensi olahraga, pakan buah naga merah, maupun kombinasi keduanya. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Omidzadeh *et al.* (2011) dan Khalili *et al.* (2009) yang menunjukkan bahwa buah naga merah segar maupun pakan dengan substitusi buah naga dapat menurunkan Kol-T, TGA, dan LDL-K serta meningkatkan HDL-K pada tikus. Efek pengaturan profil lipid darah pada kelompok yang diberi pakan buah naga merah diutamakan karena komponen antioksidannya. Buah naga merah mengandung banyak komponen bioaktif yang mungkin berperan sinergis dalam memberikan efek perlindungan (Ramli *et al.* 2014) serta berpotensi menurunkan dislipidemia (Khalili *et al.* 2009).

Penurunan Kol-T terbesar terjadi pada kelompok PTLBNM+OR ($63,75 \pm 11,09$ mg/dl). Tingginya penurunan Kol-T pada kelompok tersebut diduga disebabkan oleh peningkatan ekskresi asam empedu (Khalili *et al.* 2006). Buah naga merah diketahui memiliki kandungan serat dan mineral yang tinggi (Maigoda *et al.* 2016; Khalili *et al.* 2006). Serat pangan merupakan komponen dalam buah naga merah yang telah diketahui memiliki efek hipokolesterolemik melalui peningkatan ekskresi asam empedu (Khalili *et al.* 2006).

KESIMPULAN

Olahraga memiliki pengaruh yang nyata terhadap penurunan konsumsi makan. Buah naga merah dan olahraga memiliki kecenderungan menurunkan BB dan menekan terjadinya peningkatan lingkaran perut. Baik buah naga merah maupun olahraga berperan penting terhadap kontrol gula darah dan profil lipid darah. Kombinasi antara buah naga merah dan olahraga memiliki

pengaruh yang lebih besar terhadap penurunan kadar glukosa, Kol-T, dan TGA.

Penelitian ini dapat diterapkan pada manusia dengan melakukan konversi jumlah pakan. Untuk dapat memberikan efek positif terhadap kesehatan, manusia dapat mengonsumsi tepung buah naga merah sebanyak 122 g per hari atau setara dengan 684 g buah naga merah segar per hari. Penelitian ini dapat mendorong implementasi Pedoman Gizi Seimbang (PGS) melalui peningkatan konsumsi buah dan aktivitas fisik.

DAFTAR PUSTAKA

- Assmann G dan Gotto AM. 2004. HDL Cholesterol and Protective Factors in Atherosclerosis. *Circulation* 109: III-8-III-14. doi: 10.1161/01.CIR.0000131512.50667.46.
- Bilski J, Teległów A, Bilska JZ, Dembiński A, Warzecha Z. 2009. Effects of exercise on appetite and food intake regulation. *Med Sport* 13(2):82-94.
- Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, Taber LC, Albright AL, Braun B. 2010. Exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care* 33(12):e147-e167.
- Cummings DE. 2006. Ghrelin and the short- and long-term regulation of appetite and body weight. *Physiol Behav* 89(1):71-84.
- Davis B, Carpenter C. 2009. Proximity of fast-food restaurants to schools and adolescent obesity. *Am J Public Health* 99(3):505-510.
- Després JP. 2006. Is visceral obesity the cause of the metabolic syndrome? *Ann Med* 38(1):52-63. doi: 10.1080/07853890500383895.
- Dieman VV, Trindale EN, Trindale MRM, 2006. Experimental model to induce obesity in rats. *Acta Cir Bras* 21(6):425-429.
- Ebal E, Cavalie H, Michaux O, Lac G. 2007. Effect of a moderate exercise on the regulatory hormones of food intake in rats. *Appetite* 49: 521-524.
- Gengatharan A, Dykes GA, Choo WS. 2015. Betalains: Natural plant pigments with potential application in functional foods. *Food Sci Technol Int* 64:645-649.
- Federer W. *Statistics and Society: Data Collection and Interpretation* 2nd ed. 1997. New York: Marcel Dekker.
- Hassan A. 2015. *School Nutrition and Activity Impacts on Well Being*. Canada: Apple academic press, Inc.
- Kelley GA, Kelley KS, Franklin B. 2006. Aerobic exercise and lipids and lipoproteins

- in patients with cardiovascular disease. *J Cardiopulm Rehabil* 26(3):131-144.
- [Kemenkes RI] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2013. Riset Kesehatan Dasar. Jakarta: Kemenkes RI.
- Khalili RMA, Norhayati AH, Rokiah MY, Asmah R, Muskinah SM, Manaf AA. 2009. Hypocholesterolemic effect of red pitaya (*Hylocereus* sp.) on hypercholesterolemia induced rats. *Int Food Res J*. 16: 431-440.
- Khalili RMA, Norhayati AH, Rokiah MY, Asmah R, Nasir MTM, Muskinah MS. 2006. Proximate composition and selected mineral determination in organically grown red pitaya (*Hylocereus* sp.). *J Trop Agric and Fd Sc*. 34(2): 269-275.
- Kim HJ, Choi HK, Moon JY, Kim YS, Mosaddiks Ashik, Kim CS. 2011. Comparative antioxidant and antiproliferative activities of red and white pitayas and their correlation with flavonoid and polyphenol content. *J Food Sci* 76(1):38-45. doi: 10.1111/j.1750-3841.2010.01908.x.
- Knab AM, Nieman DC, Gillitt ND, Shanelly A, Ciaidella-Kam L, Hanson DA, Sha W. 2013. Effect of a flavonoid-rich juice on inflammation, oxidative stress, and immunity in elite swimmers: a metabolic-based approach. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 23:150-160.
- Kregel KC, Allen DL, Booth FW, Fleshner MR, Henriksen EJ, Musch TI, O'Leary DS, Parks CM, Poole DC, Ra'anan AW, *et al*. 2006. Resource Book for the Design of Animal Exercise Protocols. Bethesda: American Physiological Society.
- MacLaren D, Morton J. 2012. Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism. West Sussex: A John Wiley & Sons, Ltd.
- Maigoda TC, Sulaeman A, Setiawan B, Wibawan IWT. 2016. 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). *IJS-BAR* 25(1):123-141.
- Nestle M. 2006. Food marketing and childhood obesity - a matter of policy. *N Engl J Med* 354:2527-2529. doi: 10.1056/NEJMp068014.
- Novelli ELB, Diniz YS, Galhardi CM, Ebaid GMX, Rodrigues HG, Mani F, Fernandes AAH, Cicogna AC, Filho JLVBN. 2007. Anthropometrical parameters and markers of obesity in rats. *Lab Anim* 41:111-119.
- Ogden CL, Carroll MD, Kit BK, Flegal KM. 2014. Prevalence of childhood and adult obesity in the United States, 2011-2012. *JAMA* 311(8):806-814.
- Ohkawara K, Tanaka S, Miyachi M, Takata KI, Tabata I. 2007. A dose-response relation between aerobic exercise and visceral fat reduction: systematic review of clinical trials. *Int J Obes* 31:1786-1797.
- Omidzadeh A, Yusof RM, Ismail A, Roohinejad S, Nateghi L, Bakar MZA. 2011. Cardio-protective compounds of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) fruit. *J Food Agric Environ* 9(3&4):152-156.
- _____, Roohinejad S, Ismail A, Bakar MZA, Bekhit AED. 2014. Antidiabetic activity of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) fruit. *RSC Adv* 4(108):62978-62986. doi: 10.1039/C4RA10789F.
- Ostojic SM, Stojanovic MD, Stojanovic V, Maric J, Njaradi N. 2011. Correlation between fitness and fatness in 6-14-year old serbian school children. *J Health Popul Nutr* 29(1):53-60.
- Ramli NS, Brown L, Ismail P, Rahmat A. 2014. Effects of red pitaya juice supplementation on cardiovascular and hepatic changes in high-carbohydrate, high-fat diet-induced metabolic syndrome rats. *Bio Med Central* 14:189.
- Rector RS, Thyfault JP, Morris T, Laye MJ, Borengasser SJ, Booth FW, Ibdah JA. 2008. Daily exercise increases hepatic fatty acid oxidation and prevents steatosis in Otsuka Long-Evans Tokushima Fatty rats. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 294: G619-G626. doi:10.1152/ajpgi.00428.
- Reilly JJ. 2006. Obesity in childhood and adolescence: evidence based clinical and public health perspectives. *Postgrad Med J* 82:429-437.
- Suhardjono D. 1995. Percobaan Hewan Laboratorium. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Ulman EA. 2006. Open Formula Purified Diets Lab Animal. New Brunswick: Research Diets Inc.
- Wellman FK dan Bloomer RJ. 2009. Acute exercise and oxidative stress: a 30 year history. *BMC Medicine* 8:1. doi: 10.1186/1476-5918-8-1.
- Wu LC, Hsu HW, Chen YC, Chiu CC, Lin YI, Ho JA. 2006. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food Chem* 95(2):319-327.