

BERAT BADAN, *FEED CONVERSION RATIO* (FCR), DAN BERAT JARINGAN ADIPOSA PADA TIKUS HIPERKOLESTEROLEMIA DENGAN DIET BERAS HITAM

*Weight, Feed Conversion Ratio (FCR), and Adipose Tissue in Rat as Hypercholesterolemia
Animal Model with Black Rice Diet.*

Ria Dwi Wahyu Nastiti, Nurhidajah, Muhammad Yusuf

Program Studi Teknologi Pangan Universitas Muhammadiyah Semarang

Email: riadwi121488@gmail.com

Abstract

Hypercholesterolemia is a high cholesterol level in the blood and can occur if cholesterol levels in the blood exceed the normal limit, this is caused by high levels of LDL (Low Density Lipoprotein) and low levels of HDL (High Density Lipoprotein). The general objective of this study is to determine the effect of black rice diet on changes in body weight, Feed Conversion Ratio (FCR), and Adipose Tissue in Sprague Dawley Rat as a Hypercholesterolemia. This study was *in vivo* experimental in animals Sprague Dawley rats with research design posttest control group design which used 4 groups of mice weighing 175-200 grams. The research group consisted of control (-), control (+), medicine, and black rice. The results showed that mice with black rice diet lost weight, Feed Conversion Ratio (FCR), and weight of adipose tissue from the control group (+). Statistical tests show that there is a significant effect between the treatment of black rice on body weight, Feed Conversion Ratio (FCR), and weight of adipose tissue. It was concluded that feed with the addition of black rice was able to decrease weight, Feed Conversion Ratio (FCR), and weight of adipose tissue significantly in hypercholesterolemia rats.

Keywords : Black Rice, Hypercholesterolemia, Weight, Feed Conversion Ratio (FCR), and weight of adipose.

PENDAHULUAN

Hiperkolesterolemia adalah kadar kolesterol yang tinggi di dalam darah dan dapat terjadi bila kadar kolesterol di dalam darah melebihi batas normal (Djuwita, 2013). Gangguan ini disebabkan karena kadar HDL (*High Density Lipoprotein*) dalam darah yang rendah, yang dapat menyebabkan kelainan

pada pembuluh darah. Kelainan fraksi lipid yang utama adalah tingginya kadar LDL (*Low Density Lipoprotein*), dan trigliserida serta rendahnya kadar HDL (*High Density Lipoprotein*) (Laily, 2015). Hal ini disebabkan dari pola konsumsi tinggi lemak jenuh dan kolesterol.

Lemak atau lipid adalah zat pada makanan yang sangat penting untuk menjaga kesehatan tubuh manusia. Lemak memiliki beberapa fungsi bagi tubuh, yaitu sumber energi dan pembentukan jaringan adiposa (Almatsier 2000; dalam Gifari, 2011). Lemak dapat menghasilkan asam-asam lemak dan kolesterol yang dibutuhkan untuk membentuk membran sel pada organ. Tetapi, konsumsi lemak yang berlebih dapat menimbulkan kegemukan dan penyakit degeneratif (Kuswara, 2010).

Salah satu alternatif yang aman untuk menurunkan kadar kolesterol adalah diet. Diet yang dianjurkan adalah diet tinggi serat, yang diperoleh dari beras hitam (*Oryza sativa L.indica*). Menurut Nurhidajah (2018), beras hitam dapat mengatur kadar kolesterol total sehingga tidak terjadi peningkatan yang tinggi dalam darah. Setiap penurunan kolesterol total 1% dapat menurunkan resiko penyakit kardiovaskular sebesar 2% (Riansari, 2008). Beras hitam mengandung serat paling tinggi dibandingkan dengan beras merah dan beras putih (Hernawan, 2016). Beras hitam (*Oryza sativa L.indica*) memiliki aleuron, perikarp, dan endosperm yang berwarna merah-ungu-biru pekat, warna-warna tersebut menunjukkan adanya kandungan antosianin (Narwidina, 2009). Kandungan serat pangan dan antosianin yang berfungsi sebagai antioksidan jika dikonsumsi secara rutin dapat memperbaiki

profil lipid dan menekan tingkat risiko hiperkolesterolemia.

Mekanisme serat larut dalam menurunkan kadar kolesterol darah adalah serat larut dapat mengikat lemak di dalam usus, sehingga dapat menurunkan tingkat kolesterol dalam darah sampai 5% atau lebih. Di dalam saluran pencernaan, serat dapat mengikat garam empedu yang merupakan hasil produk akhir kolesterol yang kemudian dikeluarkan bersama dengan feses. Maka serat pangan akan mengurangi kadar kolesterol di dalam plasma darah (Santoso, 2011).

Menurut Setyawati (2013), ketika terjadi peningkatan ekskresi kolesterol melalui feses, maka akan menurunkan jumlah kolesterol yang menuju ke hati. Penurunan kolesterol dalam darah yang akan disintesis menjadi asam empedu. Jika ekskresi kolesterol melalui feses tinggi maka sel adiposa yang tersimpan dalam bentuk jaringan adiposa sebagai energi juga akan diekskresi, sehingga dapat menyebabkan turunnya berat badan.

Serat larut juga akan menunda pengosongan perut, hal ini mengakibatkan penurunan asupan konsumsi makanan yang diikuti oleh penurunan berat badan. Efektifitas penurunan asupan makanan dan berat badan dapat dilihat dari penurunan rasio konversi pakan (FCR). *Feed Conversion Ratio*(FCR) menggambarkan tentang jumlah pakan yang dikonsumsi

(gram) untuk mendapatkan pertambahan berat badan (gram) (Goddart, 1996; dalam Hartami *et al.*, 2015).

Adanya potensi serat pada beras hitam, penelitian ini akan mengkaji pengaruh pemberian diet beras hitam terhadap berat badan, *feed conversion ratio*(FCR), dan jaringan adiposa pada tikus *Sprague Dawley* sebagai model hewan hiperkolesterolemia.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi beras hitam varietas lokal Bantul. Komposisi pakan tikus yang digunakan mengacu pada formula *American Institut Nutrition* (AIN 93 M) (Reeves *et al.*, 1993). Bahan pakan tikus yang dibutuhkan meliputi beras hitam, maizena, kasein, sukrosa, minyak kedelai, agar-agar (serat), mineral mix, vitamin mix, *L-Cistin*, *Cholin Bitartrat*, dan kolesterol.

Metode

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah tikus jantan putih jenis *Sprague Dawley*. Pemeliharaan tikus dilakukan di Laboratorium Pangan dan Gizi, UGM Yogyakarta dengan menggunakan uji *in vivo*. Penelitian menggunakan 24 ekor tikus putih jantan *Sprague Dawley*. Tikus *Sprague Dawley* ini dipilih karena tikus ini memiliki respon yang baik terhadap perlakuan terutama yang menggunakan kolesterol sebagai indikator. Jenis kelamin tikus yang

dipilih adalah jantan, karena data yang dihasilkan dari penelitian akan lebih stabil karena tidak dipengaruhi hormon estrogen.

Penelitian ini menggunakan 24 ekor tikus *Sprague Dawley*, dengan kriteria inklusi dari tikus yang digunakan untuk penelitian ini adalah tikus berumur 2 bulan, berat badan 175-200 gram, dan kondisi tikus sehat (terlihat aktif dan tidak cacat). Kriteria eksklusi dari penelitian ini adalah berat badan tikus menurun (kurang dari 175 gram), tikus cacat, mati dalam penelitian, mengalami diare selama penelitian.

Tikus dibagi menjadi 4 kelompok masing-masing: 1. Diet standar AIN 93 M (kontrol negatif), 2. Diet standar AIN 93 M + Kolesterol (kontrol positif), 3. Diet standar AIN 93 M + Kolesterol + Simvastatin (obat), dan 4. Diet Beras hitam + Kolesterol (beras hitam). Setiap kelompok terdiri dari 6 ekor tikus. Pemberian obat simvastatin berdasarkan konversi perhitungan dosis menurut Laurance dan Bacharach (1964).

Tikus diadaptasi dengan lingkungan laboratorium selama 1 minggu, dan diberi pakan standar AIN 93 M dan minum secara *ad libitum*. Tujuan tikus diadaptasi adalah untuk menyeragamkan cara hidup dan cara makan hewan coba yang digunakan dalam penelitian. Tikus dipelihara selama 12 minggu dengan pemberian pakan sesuai dengan perlakuan.

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan desain penelitian ini adalah *posttest control group design*. Besar sampel dalam penelitian ini ditetapkan berdasarkan prosedur baku penetapan sampel hewan coba sebagai sampel percobaan. Perhitungan besar sampel menggunakan rumus Federer (1963): $(t-1)(n-1) \geq 15$.

Analisa Data

Data yang dikumpulkan dari penelitian ini adalah data pakan harian, sisa pakan, penimbangan berat badan, dan berat jaringan adiposa. Data diolah menggunakan SPSS. Normalitas data diuji dengan menggunakan uji Shapiro-Wilk. Data normal, kemudian di uji dengan One Way Anova dengan $\alpha=0,05$ dilanjutkan uji Duncan untuk menunjukkan perbedaan nyata.

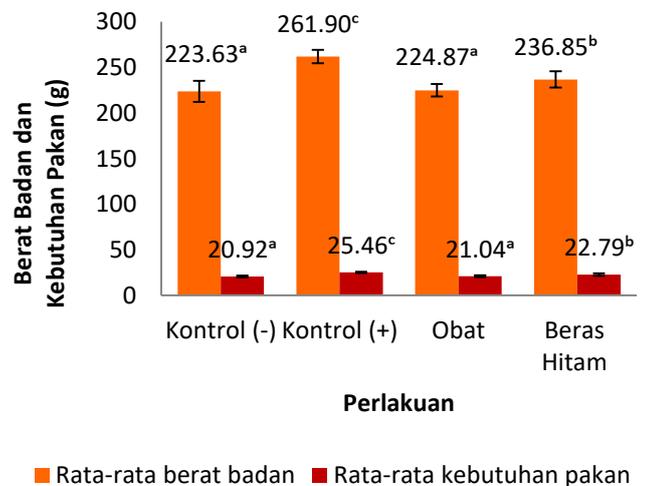
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berat Badan dan Kebutuhan Pakan

Hiperkolesterolemia adalah dimana suatu kondisi kolesterol di dalam darah meningkat melebihi ambang batas normal, yang ditandai dengan meningkatnya kadar LDL, trigliserida, dan kolesterol total (Montgomery, 1983 ; dalam Yunanto, 2011). Makanan tinggi lemak dapat memicu terjadinya obesitas karena makanan tinggi lemak akan mengakibatkan terbentuknya keseimbangan energi positif yang akan meningkatkan penimbunan lemak pada organ dalam tubuh yang akan memicu obesitas atau

kenaikan berat badan (Marsalina, 2010). Pengaturan nafsu makan sama halnya dengan pengaturan berat badan juga dipengaruhi oleh aktivitas hormon Leptin. James (2005), menyatakan bahwa diet tinggi lemak akan menurunkan kadar Leptin yang lebih banyak dibandingkan diet tinggi karbohidrat. Leptin yang semakin rendah akan meningkatkan nafsu makan.

Perubahan berat badan pada tikus hiperkolesterolemia ditandai dengan kenaikan berat badan dan jumlah konsumsi pakan. Hasil rata-rata berat badan tikus dan rata-rata komsumsi pakan dapat dilihat pada Gambar 1.



Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata.

Gambar 1. Rata-rata Berat Badan dan Kebutuhan Pakan Tikus Hiperkolesterolemia

Hasil analisis statistik pada Gambar 1 menunjukkan kelompok perlakuan kontrol (-), kontrol (+), obat, dan beras hitam berpengaruh nyata terhadap berat badan tikus, ditunjukkan dengan nilai p sebesar 0,008 ($p < 0,05$).

Hasil uji lanjut Duncan dengan taraf kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan beras hitam berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (-), kontrol (+), dan obat. Perlakuan kontrol (-) dan obat tidak berbeda nyata. Dilihat dari Gambar 1 dapat disimpulkan bahwa semakin banyak kebutuhan pakan maka semakin tinggi peningkatan berat badan pada tikus, jadi hubungan kebutuhan pakan dan berat badan pada tikus berbanding lurus.

Menurut Rebecca *et al* (2014), menyatakan bahwa pakan tinggi lemak cenderung meningkatkan berat badan tikus secara signifikan. Kenaikan berat badan juga disebabkan karena asupan lemak dan zat gizi lainnya yang ada pada pakan tikus. Kelompok beras hitam yang diberi pakan dengan kombinasi beras hitam mengalami penurunan berat badan dan kebutuhan konsumsi pakan dari kelompok kontrol (+) tetapi lebih tinggi dari kelompok kontrol (-) dan obat, hal ini disebabkan karena dengan penambahan beras hitam dapat memberikan pengaruh terhadap konsumsi pakan yang dapat menyebabkan penurunan berat badan pada tikus. Penurunan berat badan pada

kelompok beras hitam disebabkan karena beras hitam mengandung serat dan antosianin. Beras hitam mengandung flavonoid seperti antosianin. Komponen kimia pada antosianin yaitu senyawa golongan fenolik dan polifenolik (Kumalaningsih, 2007).

Kandungan serat yang tinggi sehingga akan dicerna lebih lama di lambung yang akan mengalami rasa kenyang lebih lama (Babio *et al*, 2010). Menurut Salgado *et al* (2010) menyatakan bahwa pemberian ekstrak beras hitam mengalami penurunan berat badan yang paling rendah, hal ini dikarenakan adanya kandungan serat yang dapat mempengaruhi rasa kenyang pada tikus. Serat larut air (*soluble fiber*) mempunyai kemampuan dalam menahan air dan dapat membentuk cairan kental di dalam saluran pencernaan.

Efek konsumsi serat makanan pada berat badan diduga ada hubungannya dengan hormon usus, asupan energi, dan/atau fungsi pancreas (Aleixandre dan Miguel, 2008). Penurunan tersebut berkaitan dengan peran serat pangan beras hitam dalam menghambat penyerapan kolesterol di usus dan mengganggu sintesis kolesterol di hati. Penurunan konsentrasi kolesterol serum darah erat hubungannya dengan peran serat pangan yang terkandung pada beras hitam sehingga dapat menghambat pencernaan dan penyerapan lemak, termasuk kolesterol. Penurunan penyerapan kolesterol pada pakan

berserat tinggi dapat disebabkan oleh peningkatan ekskresi lemak, asam empedu, dan kolesterol. Sebagai akibatnya, terjadi penurunan pengiriman kolesterol makanan dalam bentuk kilomikron yang berakibat langsung pengurangan kolesterol di dalam hati. Serat pangan beras hitam tersebut diduga dapat meningkatkan aktivitas enzim kolesterol-7 α -hidroksilase yang mampu berkontribusi terhadap pengurangan kolesterol hati (Roy *et al*, 2002).

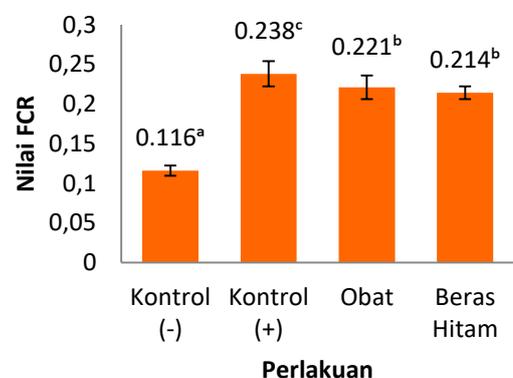
Pengurangan kolesterol di hati mengarah pada stimulasi aktivitas enzimatik 3-hidroksi-3metilglutaril koenzim A (HMG-CoA) reduktase untuk meningkatkan sintesis kolesterol endogen (Rideout *et al*, 2008). Peningkatan ekskresi asam empedu ini melalui feses akan berakibat jumlah asam empedu dalam enterohepatik menurun. Hati akan memproduksi asam empedu dengan cara menarik kolesterol dalam darah lebih banyak, sehingga konsentrasi kolesterol dalam darah menurun (Bennekum *et al*, 2005).

Feed Conversion Ratio (FCR)

Feed Conversion Ratio (FCR) atau rasio konversi pakan ini menggambarkan hubungan konsumsi diet terhadap perubahan berat badan. Efisiensi pakan memegang peranan penting dalam keadaan diet, hal ini disebabkan karena dengan mengkonsumsi sedikit pakan tetapi sudah bisa efisien menurunkan berat badan. Secara

umum, semakin rendah rasio konversi pakan berarti efisiensi penggunaan pakan semakin baik karena jumlah pakan yang dibutuhkan hanya sedikit untuk dapat menurunkan berat badan (Sianturi *et al*, 2006).

Perhitungan *Feed Conversion Ratio* (FCR) diawali dengan pengumpulan data pakan yang diberikan dan sisa pakan, untuk mengetahui pakan yang dikonsumsi oleh tikus. Analisis data *Feed Conversion Ratio* (FCR) dapat dilihat pada Gambar 2.



Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata.

Gambar 2. Rata-rata Nilai FCR Tikus

Hiperkolesterolemia

Hasil analisis statistik pada Gambar 2 menunjukkan kelompok perlakuan kontrol (-), kontrol (+), obat, dan beras hitam berpengaruh nyata terhadap nilai FCR, ditunjukkan dengan nilai p sebesar 0,000 ($p < 0,05$).

Hasil uji lanjut Duncan dengan taraf kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan beras hitam tidak berbeda nyata

dengan obat, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (-) dan kontrol (+). Perlakuan beras hitam tidak berbeda nyata dengan obat, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (-) dan kontrol (+). Nilai *Feed Conversion Ratio* (FCR) obat dan beras hitam mempunyai efisiensi yang sama untuk menurunkan berat badan. Semakin rendah nilai *Feed Conversion Ratio* (FCR) maka efisiensi penggunaan pakan semakin baik karena jumlah pakan yang dikonsumsi hanya sedikit tetapi sudah dapat mengontrol dan menurunkan berat badan.

Fungsi obat simvastatin adalah untuk menurunkan kadar kolesterol dalam darah, akan tetapi obat simvastatin mempunyai efek samping. Obat golongan statin dapat menyebabkan nyeri otot, nyeri dada, sakit kepala, mual, muntah, diare, dan rasa lelah (Odelia, 2011). Kandungan serat yang tinggi pada beras hitam dapat mengakibatkan konsumsi pakan tikus dapat menurun yang disebabkan serat dicerna lebih lama di dalam lambung dan dapat mengontrol kenaikan berat badan tikus. Semakin rendah nilai *Feed Conversion Ratio* (FCR) maka efisiensi dietnya semakin tinggi, sedangkan semakin tinggi nilai *Feed Conversion Ratio* (FCR) maka efisiensi dietnya semakin rendah. Hal ini serupa dengan penelitian Nurhidajah (2016), jika nilai FCR rendah dapat disimpulkan bahwa tingkat efisiensinya lebih tinggi. Pada kondisi normal, diet standar

dapat terserap lebih efisien sebagai sumber kalori untuk meningkatkan berat badan.

Penurunan berat badan dapat terjadi karena makanan yang mengandung serat tinggi akan lebih lama dicerna dilambung sehingga meningkatkan waktu untuk memakan makanan berserat, yang akan berdampak pada pemunculan rasa kenyang. Dalam usus, reaksi substrat dan pencernaan enzim dengan serat tidak mudah sehingga penyerapan nutrisi akan terlambat (Babio *et al*, 2010). Selain itu, serat pangan menunjukkan kemampuannya untuk mengatur asupan energi sehingga meningkatkan penurunan bobot badan (Lattimer dan Haub, 2010). Efek konsumsi serat makanan pada berat badan diduga ada hubungannya dengan hormon usus, asupan energi, dan/atau fungsi pancreas (Aleixandre *et al*, 2008).

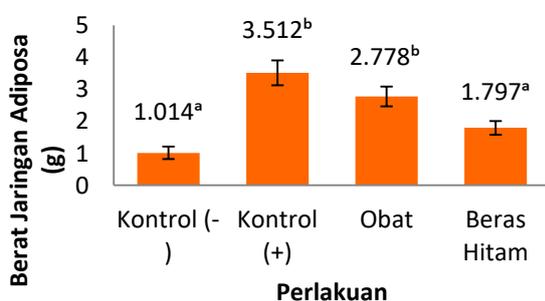
Penambahan beras hitam dapat menggantikan peran obat dalam penurunan nilai FCR. Simvastatin memiliki mekanisme antikolesterol dengan menghambat secara kompetitif enzim HMG-KoA reduktase yang mempunyai fungsi sebagai katalis dalam pembentukan kolesterol. Serupa dengan penelitian Polii *et al* (2015), menyatakan bahwa konversi pakan yang setara diduga karena pakan yang diberikan sudah sama dengan kebutuhan produksi ternak. Konversi pakan dapat dipengaruhi oleh kemampuan ternak dalam mencerna pakan untuk kebutuhan hidup, pertumbuhan, dan

fungsi tubuh lain serta jenis pakan yang dikonsumsi.

Berat Jaringan Adiposa

Jaringan adiposa adalah timbunan lemak yang sebagian besar terdiri dari jaringan lemak yang menjadi tempat penyimpanan energi (Tilg dan Moshen, 2006). Kelebihan lemak disimpan tubuh dalam bentuk trigliserida pada jaringan adiposa dibawah kulit maupun di rongga perut yang dapat menyebabkan peningkatan berat badan. Hal ini dikarenakan semakin banyak jumlah sel lemak di dalam tubuh maupun semakin bertambah besar ukuran sel lemak yang ada, dan sel lemak ini bertambah besar juga akan bertambah padat isinya (Agus, 2004).

Penimbangan jaringan adiposa dilakukan pada akhir penelitian yaitu saat pembedahan, kemudian ditimbang. Analisis berat jaringan adiposa dapat dilihat pada Gambar 3.



Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata.

Gambar 3. Rata-rata Berat Jaringan Adiposa Tikus Hiperkolesterolemia

Hasil analisis statistik pada Gambar 3 menunjukkan kelompok perlakuan kontrol (-), kontrol (+), obat, dan beras hitam berpengaruh nyata terhadap berat jaringan adiposa, ditunjukkan dengan nilai p sebesar 0,000 ($p < 0,05$).

Hasil uji lanjut Duncan dengan taraf kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan beras hitam tidak berbeda nyata dengan kontrol (-), tetapi berbeda nyata dengan kontrol (+) dan obat, hal ini dapat diartikan bahwa beras hitam mampu mengatur berat lemak jaringan adiposa pada tikus hiperkolesterolemia.

Perlakuan beras hitam dan kontrol (-) mempunyai fungsi yang sama, yaitu dapat menurunkan lemak jaringan adiposa pada tikus. Beras hitam mengandung serat yang tinggi, sehingga serat yang dapat mempengaruhi turunnya lemak jaringan adiposa. Serat dapat mempengaruhi absorpsi lemak pada saluran cerna. Lemak yang diikat oleh serat tidak diserap kembali yang kemudian akan diteruskan ke usus besar untuk diekskresi melalui feses. Jika ekskresi kolesterol melalui feses tinggi maka sel adiposa yang tersimpan sebagai energi juga akan diekskresi, sehingga menyebabkan

semakin berkurangnya simpanan lemak pada jaringan adiposa.

Serupa dengan penelitian Setyawati (2013), ketika terjadi peningkatan ekskresi kolesterol melalui feses, maka akan menurunkan jumlah kolesterol yang menuju ke hati. Beras hitam mengandung serat terlarut yang mempunyai karakteristik serupa dengan serat makanan lainnya dalam mengikat asam empedu yang akan mengurangi digestibilitas lemak dan absorpsi asam lemak (Zawistowski, 2009; dalam Hendra *et al*, 2015).

Terdapat keterkaitan berat badan, trigliserida, dengan HDL. Apabila berat badan dan trigliserida serum menurun, maka konsentrasi HDL cenderung meningkat. Hubungan penurunan tersebut bersifat searah, yaitu apabila kadar kolesterol mengalami penurunan maka konsentrasi LDL dan trigliserida serum juga akan menurun (Hernawati *et al*, 2013). Induksi dari serat pangan, kebutuhan kolesterol dalam hati dapat terpenuhi dengan meningkatkan penyerapan kolesterol bebas yang terikat dalam lipoprotein plasma, pelepasan kolesterol bebas dari penyimpanan intraselular dalam bentuk ester kolesterol dan membran kolesterol atau dengan sintesis kolesterol hati (Rideout *et al*, 2007). Konsumsi berbagai jenis serat larut telah terbukti meningkatkan

katabolik fraksi LDL dan ekspresi LDL hati (Han *et al*, 2004).

Serupa dengan penelitian Wiyastuti *et al* (2016) menyatakan asupan serat berhubungan dengan kadar trigliserida darah. Korelasi asupan serat dengan kadar trigliserida bersifat negatif, artinya semakin tinggi asupan serat, maka kadar trigliserida darah semakin rendah. Trigliserida merupakan lipida utama dalam makanan. Kadar trigliserida darah dipengaruhi oleh asupan tinggi gula dan lemak. Serat makanan berperan dalam mengendalikan kadar lemak darah termasuk kadar trigliserida darah dengan cara memperlambat absorpsi gula dan mengikat asam empedu, lemak, dan kolesterol serta mengeluarkannya bersama feses (Almatsier, 2009).

KESIMPULAN

Ada pengaruh pemberian beras hitam terhadap berat badan pada hiperkolesterolemia. Ada pengaruh pemberian beras hitam terhadap *Feed Conversion Ratio* (FCR) pada hiperkolesterolemia. Ada pengaruh pemberian beras hitam terhadap berat jaringan adiposa pada hiperkolesterolemia.

DAFTAR PUSTAKA

- James J.M. 2005. *Leptin: Strategies for Succes in Weight management*.
- Widyastuti, N., Fillah F. D, dan Deny Y. F. 2016. *Asupan Lemak Jenuh dan Serat*

- pada Remaja Obesitas Kaitannya dengan Sindrom Metabolik. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*. 12(4):131-137
- Agus, K. 2004. *Dasar-Dasar Ilmu Gizi*. UMM Press: Malang
- Aleixandre A dan Miguel M. 2008. Dietary fiber in the prevention and treatment of metabolic syndrome: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 48(10):905–12.
- Almatsier S. 2009. *Prinsip dasar ilmu gizi*. PT Gramedia 25. Pustaka Utama, Jakarta
- Babio N, Balanza R, Basulto J, Bulló M, Salas-Salvadó J. 2010. Dietary fibre: influence on body weight, glycemic control and plasma cholesterol profile. *Nutr Hosp*. 25(3):327–40.
- Bennekum AM, Nguyen DV, Schulthess G, Hauser H, Phillips MC. 2005. Mechanisms of cholesterol-lowering effects of dietary insoluble fibres: relationships with intestinal and hepatic cholesterol parameters. *Br J Nutr*. 94(3):331–7.
- Djuwita, R. 2013. Asupan Gizi dan Low Density Lipoprotein Kolesterol Darah pada Kalangan Eksekutif. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 8(2):73-78
- Federer, W. Y. 1963. *Experimental design, theory and application*, New York, Mac. Millan, p.554
- Gifari, A. 2011. *Karakteristik Asam Lemak Daging Keong Macan (Babylonia spirata), Kerang Tahu (Meretrix meretrix), dan Kerang Salju (Pholas dactylus)*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor
- Han KH, Sekikawa M, Shimada K, Sasaki K, Ohba K, Fukushima M. 2004. Resistant starch fraction prepared from kintoki bean affects gene expression of genes associated with cholesterol metabolism in rats. *Exp Biol Med*. 229(8):787–92
- Hartami, P., Mukhlis., dan Erniati. 2015. Konsumsi Pakan Harian yang Berbeda dari Strain Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Aquatic Sciences Journal*. 2(1):1-7
- Hendra, A. H., Nova H. K., dan Shirley E. S. K. 2015. Perbandingan Efektivitas Pemberian Ekstrak Beras Hitam dan Ekstrak Beras Merah terhadap Perubahan Profil Lipid Tikus Wistar (*Rattus Nuvergicus*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 3(1):26-34
- Hernawan A., dan Vita M. 2016. Analisis Karakteristik Fisikokimia Beras Putih, Beras Merah dan Beras Hitam (*Oriza sativa L., Oriza Nivara, dan Oriza sativa L.indica*). *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*. 15(1):79-91
- Hernawati, Wasmen M., Agik S., dan Dewi A. A. 2013. Perbaikan Parameter Lipid Darah Mencit Hiperkolesterolemia dengan Suplemen Pangan Bekatul. 45(1):1-9
- James J.M. 2005. *Leptin: Strategies for Succes in Weight management*.
- Kumalaningsih, S. 2009. *Antioksidan Alami*. Trubus Agrisarana: Surabaya
- Kuswara, S. 2010. Serat Makanan Membuat Usus Nyaman. www.ebookpangan.com
- Laily, I. Q. 2015. Pengaruh Pemberian Kombinasi Ekstrak Etanol Daun Murberi (*Morus Alba L.*) dengan Simvastatin terhadap Kolesterol Total Tikus Putih Hiperkolesterolemia. Fakultas Farmasi. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Lattimer, J. M., dan Haub MD. 2010. Effects of dietary fiber and its components on metabolic health. *Nutrients*. 2(12):1266–89.
- Marsalina, M. 2010. Pengaruh Pemberian Ekstrak Air Kelopak Bunga Rosela (*Hibiscus sabdariffa L.*) terhadap Kadar Kolesterol Total Darah dan Berat Badan Tikus Putih (*Rattus norvegicus*).

- (Skripsi). Fakultas Kedokteran, Universitas Sebelas Maret Surakarta
- Narwidina, P. 2009. Pengembangan Minuman Isotonik Antosianin Beras Hitam (*Oryza sativa L.indica*) dan Efeknya terhadap kebugaran dan Antioksidan pada Manusia Pasca Stres Fisik. (Tesis). Universitas Gadjah Mada
- Nurhidajah. 2013. Potensi Hipoglikemin dan Anti Oksidatif Beras Merah dengan Penambahan Kappa-Karaginan dan Ekstrak Antosianin pada Tikus Diabetes Melitus Induksi STZ-NA. (Tesis). Universitas Gadjah Mada
- Nurhidajah., Yuliana N.S.U., dan Rahayu A. 2018. Potensi Beras Hitam pada Pengaturan Kadar Glukosa Darah dan Kolesterol Tikus dengan Diet Aterogenik. *Seminar Nasional Patpi Yogy 2018*
- Odelia, V. 2011. *Cara Cerdas Melibas Kolesterol*. Ega Acitya: Semarang
- Polii, P. F., K. Maaruf., Y. Kowel., H. Liwe., Y. C. Raharja. 2015. Pengaruh Penambahan Zat Aditif (Enzim dan Asam Organik) dengan Protein Tinggi dan Rendah pada Pakan Berbasis Dedak Terhadap Performan Kelinci. *Jurnal Zootek*. 35(2):280-288
- Riansari, A. 2008. Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Salam (*Eugenia polyantha*) terhadap Kadar Kolesterol Total Serum Tikus Jantan Galur Wistar Hiperlipidemia. (Karya Tulis Ilmiah). Fakultas Kedokteran. Universitas Diponegoro
- Rideout TC, Yuan Z, Bakovic M, Liu Q, Li RK, Mine Y,. 2007. Guar gum consumption increases hepatic nuclear SREBP2 and LDL receptor expression in pigs fed an atherogenic diet. *J Nutr*. 137(3):568–72.
- Rideout TC, Harding SV, Jones PJ, dan Fan MZ. 2008. Guar gum and similar soluble fibers in the regulation of cholesterol metabolism: current understandings and future research priorities. *Vasc Health Risk Manag*. 4(5):1023–1033
- Rebecca, V., Lorensia M. E. P., dan Yuliarti A. 2014. Pemanfaatan Minuman Serbuk Instan Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii BI.*) untuk menurunkan kadar Kolesterol Total Darah pada Tikus Putih(*Rattus norvegicus*). Fakultas Teknobiologi. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Roy S, Freake HC, Fernández ML. 2002. Gender and hormonal status affect the regulation of hepatic cholesterol 7 alpha-hydroxylase activity and mRNA abundance by dietary soluble fiber in the guinea pig. *Atherosclerosis*. 163(1):29–37.
- Salgado, M. J., de Oliveira, A. G. C., Mansi, N., Carlos, M. D. 2010. *The Role of Black Rice (Oryza sativa L.) in the control of Hypercholesterolemia in Rats*. *Journal Of Medicinal Food*. 13(6):1355-1362. (Online) (<https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/jmf.2009.0246>). Diakses pada 15 Desember 2018.
- Santoso, A. 2011. Serat Pangan (Dietary Fiber) dan Manfaatnya Bagi Kesehatan. *Magistra*. 23(75):35-40
- Setyawati, P. P. 2013. Hubungan Kadar Kolesterol pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 dengan Kejadian Stroke Iskemik di RSUD DR. Moewardi. (Skripsi). Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Sianturi, E. M., A. M. Fuah, dan K. G. Wiryawan. 2006. Kajian Penambahan Ragi Tape pada Pakan terhadap Konsumsi, Pertambahan Bobot Badan, Rasio Konversi Pakan, dan Mortalitas Tikus (*Rattus novergicus*). *Media Peternakan*. 29(3):155-161
- Tilg, H., dan Moschen A. R. 2006. *Adipocytokines: Mediator Linking*

Adipose Tissue, Inflammation and Immunity. Nat Rev Immunol. 6:772-783

Widyastuti, N., Fillah F. D, dan Deny Y. F. 2016. Asupan Lemak Jenuh dan Serat pada Remaja Obesitas Kaitannya dengan Sindrom Metabolik. Jurnal Gizi Klinik Indonesia. 12(4):131-137

Yunanto, D. S. 2011. Pengaruh Pemberian *Nata de Coco* terhadap kadar kolesterol LDL dan HDL pada Tikus Hiperkolesterolemia. Artikel Penelitian. Universitas Diponegoro, Semarang