

Pengaruh Diet Minyak Kelapa (*Virgin Coconut Oil*) terhadap Kadar Kolesterol, Berat Badan, dan Jumlah Imago Lima Generasi *Drosophila melanogaster*

The Effect of Dietary Virgin Coconut Oil on Cholesterol Level, Body Weight, and Number of Imagoes in Five Generations of Drosophila melanogaster

Kartika Ratna Pertiwi^{*1,2}, Estulesya Ika Fitriana¹, Paramita Cahyaningrum Kuswandi¹

¹Departemen Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta

²Fakultas Kedokteran, Universitas Negeri Yogyakarta

*e-mail: kartika.pertiwi@uny.ac.id

Abstrak. Obesitas merupakan kondisi metabolik terjadinya penumpukan lemak berlebihan karena pola makan tidak sehat seperti diet tinggi lemak. Minyak kelapa (*Virgin Coconut Oil/VCO*) banyak dipakai sebagai pengganti minyak sawit karena dianggap lebih sehat. Lalat buah (*D. melanogaster*) memiliki kemiripan secara genetik dengan manusia, sehingga berpotensi sebagai organisme model eksperimen penyakit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian diet VCO terhadap kadar kolesterol, berat badan dan jumlah imago lima generasi *D. melanogaster* (F₁-F₅). Penelitian eksperimen ini menggunakan variasi diet pakan pisang, jagung dan diet tinggi lemak (jagung + VCO 1,25%). Kadar kolesterol diukur dengan spektrofotometer, berat badan dengan timbangan analitik, dan jumlah imago dihitung pada tiap generasi (F₁-F₅). Analisis data dilakukan secara statistik untuk membandingkan tiap parameter antarmedia dan antargenerasi pada tingkat kebermaknaan 0,05. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan kadar kolesterol *D. melanogaster* pada pemberian diet tambahan VCO antargenerasi maupun dibandingkan dengan variasi diet lainnya. Namun, diet VCO menghasilkan berat badan generasi pertama yang signifikan lebih tinggi serta jumlah imago yang signifikan lebih sedikit pada beberapa generasi lanjutan (F₃, F₄ dan F₅) daripada media diet lainnya. Induksi diet VCO pada *Drosophila melanogaster* berpotensi sebagai organisme model obesitas ditinjau dari pengaruh langsung ke berat badan generasi pertama.

Kata kunci: obesitas; lalat buah; minyak kelapa; kolesterol; fertilitas

Abstract. Obesity is a metabolic abnormality, characterized by accumulation of excess fat, due to unhealthy eating i.e. high fat diet. Coconut oil (*Virgin Coconut Oil/VCO*) is favorably used to replace palm oil since it is considered healthier. Fruit fly (*Drosophila melanogaster*) shares genetics similarities to human, it could be a potential experimental model organism of diseases. This study aimed to determine the effect of dietary VCO on cholesterol level, body weight and number of imago among five generations of *D. melanogaster* (F₁-F₅). This experimental study tested banana, cornmeal and high-fat diet (cornmeal+1.25% VCO). In each generation (F₁-F₅), cholesterol level and body weight were measured with spectrophotometer and analytical balance, respectively, while the number of imagoes was counted. Statistical analysis was performed to compare parameters between media and between generations, at a significant level of 0.05. There were no significant differences on the cholesterol levels between generations in VCO diets nor compared to the other diets. However, the addition of VCO resulted in a significantly higher body weight for the first generation than the other diets and significantly fewer imagoes than other diets in subsequent generations (F₃-F₅). Induction of VCO diet in *Drosophila melanogaster* represents a potential model organism for obesity due to its effect on the body weight of the first generation.

Keywords: obesity; fruit fly; coconut oil; cholesterol; fertility

PENDAHULUAN

Obesitas atau kegemukan merupakan suatu kelainan yang ditandai dengan penimbunan jaringan lemak tubuh secara berlebihan yang menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan tubuh (Lin & Li, 2021). Penilaian status obesitas didasarkan pada pengukuran parameter indeks massa tubuh (*Body Mass Index*) yaitu perbandingan antara berat badan dengan kuadrat tinggi badan, yang menunjukkan angka >25 (standar nasional) dan >30 (standar internasional) (Midah *et al.*, 2021). Obesitas merupakan faktor risiko kelainan dan penyakit metabolik seperti seperti sindrom metabolik, diabetes tipe 2, penyakit kardio- dan serebrovaskular termasuk penyakit jantung koroner, stroke dan gagal ginjal, serta

gangguan perlemakan hati, kanker, gangguan tidur bahkan depresi (Lin & Li, 2021). Berdasarkan data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas), diketahui bahwa prevalensi obesitas terus mengalami kenaikan yaitu 10,5% pada Riskesdas 2007 menjadi 14,8% pada Riskesdas 2013 dan 21,8% untuk obesitas pada orang dewasa di Indonesia (Suha & Rosyada, 2022). Dari angka tersebut, sebanyak 4,8% merupakan remaja usia 13–15 tahun (Aji *et al.*, 2022). Angka ini menempatkan Indonesia pada urutan kedua jumlah remaja obesitas terbesar seluruh dunia (Nurhidayati *et al.*, 2022). Tingginya angka prevalensi ini tentunya menjadi keprihatinan bersama mengingat dampak negatif jangka panjang obesitas remaja yang akan menjadi beban negara dan masyarakat pada segala aspek kehidupan. Oleh karena itu, pemahaman akan patofisiologi obesitas menjadi penting untuk dapat menentukan strategi pencegahan dan penatalaksanaan obesitas.

Obesitas merupakan kelainan yang disebabkan oleh interaksi kompleks berbagai faktor, seperti genetik dan metabolik, perilaku/gaya hidup dan lingkungan (Kadouh & Acosta, 2017). Selain aktivitas fisik yang dilakukan, pola makan sehari-hari merupakan salah satu faktor lingkungan yang berkontribusi besar terhadap obesitas (Gadde *et al.*, 2018). Konsumsi lemak yang tinggi terutama lemak jenuh adalah faktor risiko terjadinya berat badan lebih dan obesitas. Apabila seorang anak memiliki orang tua yang gemuk dengan pola makan berkalori dan berlemak tinggi serta jarang beraktivitas, maka kemungkinan besar anaknya akan mewarisi kebiasaan serupa dan menjadikannya orang yang gemuk juga (Suha & Rosyada, 2022). Konsumsi lemak berlebih juga dapat memengaruhi profil lemak (HDL, LDL, trigliserid, dan kolesterol total) serta menyebabkan penumpukan lemak di bagian perut (Curley *et al.*, 2021; Suha & Rosyada, 2022).

Konsumsi lemak masyarakat Indonesia tergolong tinggi yaitu sebesar 25–29% dari total konsumsi energi, yang menunjukkan proporsi lemak dalam asupan makanan tersebut lebih tinggi dibandingkan proporsi yang dianjurkan yaitu hanya sebesar 10–15% (Safitri *et al.*, 2017). Sumber utama konsumsi lemak masyarakat Indonesia sehari-hari berasal dari penggunaan minyak untuk menggoreng seperti kelapa sawit, minyak kelapa, minyak jagung dan sejenisnya (Nurhidayati *et al.*, 2022). Pada tahun 2022, terjadi kelangkaan persediaan minyak sawit di pasaran sehingga harganya juga sempat melambung. Akibatnya, masyarakat menggunakan alternatif minyak pengganti, salah satunya yaitu minyak kelapa (*Virgin Coconut Oil/VCO*). *Virgin Coconut Oil* adalah minyak yang berasal dari buah kelapa (*Cocos nucifera*), berwarna jernih, tidak berasa, dengan bau khas kelapa. Pembuatan VCO dapat dilakukan dengan metode pemancangan, fermentasi, enzimatis, dan sentrifugasi tanpa melalui penambahan bahan kimia atau proses yang menggunakan panas tinggi (Yadi *et al.*, 2018). Meskipun dari segi harga VCO lebih mahal daripada minyak kelapa sawit, namun VCO dipercaya lebih menyehatkan daripada minyak kelapa sawit. Hal ini disebabkan meskipun kandungan asam lemak jenuh minyak kelapa lebih tinggi dibandingkan minyak kelapa sawit, tetapi jenisnya merupakan asam lemak rantai sedang asam lemak jenuh rantai sedang (MCFA) sebanyak 80% dan asam lemak rantai pendek (SCFA) sekitar 10%, serta hanya sedikit asam lemak jenuh rantai panjang palmitat (5%) yang bersifat atherogenik. Berdasarkan hal-hal tersebut, keunggulan VCO adalah lebih mudah diserap, dicerna, dan diangkut sebagai sumber energi siap pakai (Panjaitan, 2015; Sastri, 2015).

Lalat buah (*Drosophila melanogaster*) merupakan salah satu organisme yang dapat digunakan sebagai model eksperimen penyakit pada manusia karena secara genetik, anatomi atau fisiologis mirip dengan manusia. Banyak penelitian genetik menggunakan *D. melanogaster* sebagai organisme model terutama dalam penelitian genetik karena organisme ini melestarikan sekitar 75% dari semua gen yang terkait penyakit manusia, termasuk gen yang terlibat dalam obesitas manusia (Cheng *et al.*, 2018). Sejauh ini belum banyak diketahui bagaimanakah pengaruh diet VCO terhadap kadar kolesterol pada *D. melanogaster*. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh diet lemak dalam bentuk VCO terhadap kadar kolesterol, berat badan, dan jumlah imago pada beberapa generasi (F₁–F₅) *D. melanogaster*. Mengingat *D. melanogaster* mempunyai siklus hidup yang cepat, banyak keturunan dalam satu generasi, dan biaya reproduksi yang rendah (Tolwinski, 2017), maka penelitian ini merupakan studi pendahuluan yang diharapkan dapat memberikan *novelty* mengenai potensi lalat buah sebagai organisme model penelitian terkait obesitas dan dislipidemia yang banyak diminati.

METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen dengan desain rancangan acak lengkap (RAL) berupa variasi media pakan pada beberapa generasi (F₁–F₅) *D. melanogaster*. Variasi pakan yang digunakan adalah pisang (P), jagung (J), dan jagung + VCO 1,25% (V) yang diberikan selama 14 hari per generasi pada total lima generasi (P₁₋₅, J₁₋₅, V₁₋₅). Subjek dalam penelitian ini adalah *D. melanogaster* tipe liar yang ditangkap secara acak, dimurnikan dan dibiakkan dalam media kontrol pisang sebelum

dibagi ke dalam tiap media perlakuan. Pemurniannya dilakukan dengan membiakkan *D. melanogaster* liar selama lima generasi, selama 14 hari per generasi pada media kontrol sebelum dipindahkan ke media perlakuan sebanyak 10 pasang lalat jantan dan betina sebagai tetua. Untuk tiap generasi (F₁-F₅), diperlukan sejumlah 120 ekor *D. melanogaster* per kelompok perlakuan untuk mencakup masing-masing tiga kali pengulangan.

Media pakan dibuat dengan mencampurkan bahan (pisang atau tepung jagung) dengan agar-agar yang sudah dilarutkan dalam akuades dan gula jawa sebelum dimasak hingga mendidih. Setelah itu, adonan yang sudah seperti bubur dimasukkan dalam botol kultur yang sebelumnya telah disterilkan dalam oven. Kertas saring kemudian dimasukkan dalam botol kultur, sebelum botol ditutup dengan sumbat busa, dilapisi aluminium foil dan diikat menggunakan karet. Selanjutnya, botol tersebut disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121°C. Kelompok perlakuan VCO dibuat serupa, namun perbedaannya adalah pada penambahan minyak kelapa sebanyak 1,25% (15 ml) pada bubur jagung sebelum dimasukkan ke botol kultur.

Data yang dikumpulkan adalah kadar kolesterol, berat badan sampel dan jumlah imago dari *D. melanogaster* beberapa generasi (F₁-F₅). Kadar kolesterol diukur menggunakan spektrofotometer dengan reagen kit CHOD-PAP (Diasys Indonesia), berat badan ditimbang menggunakan neraca analitik, jumlah imago dihitung dengan cara menghitung langsung dari botol medianya dan meletakkannya di cawan petri setelah dilakukan pembusuan. Pengukuran kadar kolesterol dilakukan dengan menggerus 40 ekor *D. melanogaster* (sebelumnya ditimbang dahulu) lalu dibilas dengan PBS 0,01 M dan dimasukkan ke tube serta ditambahkan isopropanol sampai 0,5 ml. Selanjutnya tube disentrifuge (1000 rpm) selama 10 menit dengan suhu 4°C untuk diambil hemolimfanya dan dipindahkan ke kuvet. Larutan sampel, bersama dengan larutan blanko dan standar ditambahkan reagen CHOD-PAP dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 10 menit. Absorbansi (OD) masing-masing larutan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada $\lambda = 510$ nm. Konsentrasi kolesterol total dinyatakan dalam satuan mg/dl (1 mmol/l = 18 mg/dl). Perhitungan kolesterol menggunakan rumus seperti berikut:

$$\text{Kadar Kolesterol (mmol/l)} = \frac{\text{OD Sampel} - \text{OD Blanko}}{\text{OD Standar} - \text{OD Blanko}} \times 0,02586 \quad (1)$$

Perbedaan rerata kadar kolesterol, berat badan, dan jumlah imago antarperlakuan dan antargenerasi dianalisis secara statistik menggunakan program SPSS versi 25. Uji statistik yang digunakan yaitu *One-way ANOVA* dan *Kruskal-Wallis*, dengan tingkat kebermaknaan ditentukan pada $p < 0,05$, dilanjutkan dengan uji lanjut *post hoc test* Tukey.

HASIL

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Genetika dan Laboratorium Riset Departemen Pendidikan Biologi FMIPA UNY selama 6 bulan dari 13 September 2021 – 18 Februari 2022. Pengukuran kadar kolesterol *D. melanogaster* dilakukan setelah 14 hari dari proses pemindahannya ke media baru. Hasil rata-rata (*mean*) kadar kolesterol *D. melanogaster* pada generasi F₁-F₅ dalam tiga variasi media pakan yaitu Pisang (P), Jagung (J) dan Jagung + VCO 1,5% (V) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata kadar kolesterol *D. melanogaster* semua kelompok antar generasi (F₁-F₅) dalam mg/dl

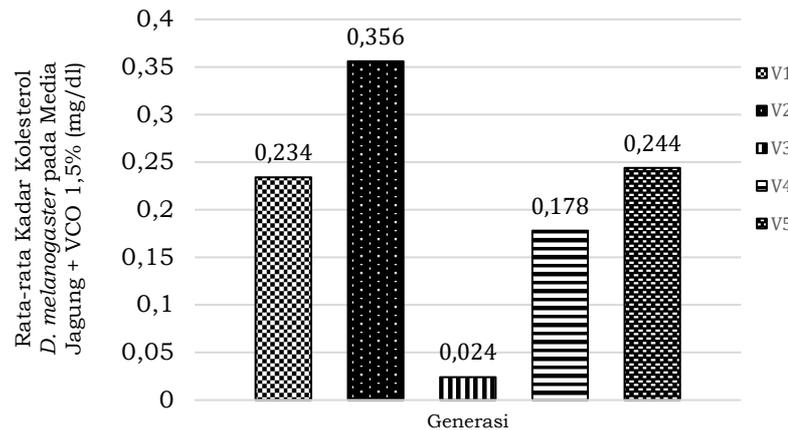
Generasi	Pisang		Jagung		Jagung+VCO 1,5%	
	Kode	Kadar	Kode	Kadar	Kode	Kadar
F ₁	P ₁	0,030	J ₁	0,199	V ₁	0,234
F ₂	P ₂	0,050	J ₂	0,120	V ₂	0,356
F ₃	P ₃	0,050	J ₃	0,139	V ₃	0,024
F ₄	P ₄	0,520	J ₄	0,071	V ₄	0,178
F ₅	P ₅	0,386	J ₅	0,072	V ₅	0,244

Keterangan: F= urutan filial/turunan, F₁ menunjukkan turunan pertama, dan seterusnya sehingga F₅ menunjukkan turunan kelima.

Tabel 1 menunjukkan hasil rata-rata kadar kolesterol antarperlakuan yang bervariasi dengan pola yang berbeda antargenerasi. Lalat buah yang diberi diet tambahan VCO menunjukkan rata-rata kadar kolesterol yang paling tinggi dibanding perlakuan lainnya hanya pada dua generasi pertama (V₁ dan V₂). Pola berlawanan ditunjukkan pada *D. melanogaster* yang diberi pakan pisang (P) dan jagung (J). Rata-rata kadar kolesterol yang cenderung semakin tinggi pada generasi yang lebih muda (P₄ dan P₅) terlihat pada *D. melanogaster* dengan pemberian pisang, sebaliknya kelompok jagung menunjukkan

rata-rata kadar kolesterol yang cenderung makin rendah pada generasi yang lebih muda (V_3 dan V_4). Meskipun demikian, hasil uji analisis statistik pada tiap generasi menunjukkan tidak terdapat perbedaan rata-rata kadar kolesterol *D. melanogaster* yang bermakna antarperlakuan (*Anova*, $p > 0,05$) seperti terlihat pada Tabel 1.

Selanjutnya, pengaruh pemberian lemak dalam bentuk tambahan VCO 1,5% pada media jagung terhadap kadar kolesterol antargenerasi dapat dilihat pada Gambar 1. Rata-rata kadar kolesterol *D. melanogaster* tertinggi ditunjukkan oleh generasi kedua (V_2), sedangkan nilai terendah didapatkan pada generasi ketiga (V_3). Namun, pemberian VCO sebagai diet lemak ini tidak menunjukkan pengaruh nyata dalam meningkatkan kadar kolesterol pada *D. melanogaster* pada generasi V_1 - V_5 (*Anova*, $p > 0,05$) seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rata-rata kadar kolesterol *D. melanogaster* pada perlakuan media jagung + VCO 1,5% antargenerasi (V_1 - V_5).

Pengukuran berat badan *D. melanogaster* dilakukan setelah 14 hari dari proses pemindahannya ke media baru. Sampel *D. melanogaster* dalam tiap media diambil sebanyak 40 ekor sebelum digerus untuk diukur kadar kolesterolnya, kemudian ditimbang menggunakan neraca analitik dan dicatat hasilnya. Hasil rata-rata (*mean*) ketiga variasi media terhadap berat badan *D. melanogaster* pada generasi F_1 - F_5 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Rata-rata berat badan *D. melanogaster* semua kelompok antar generasi (F_1 - F_5)

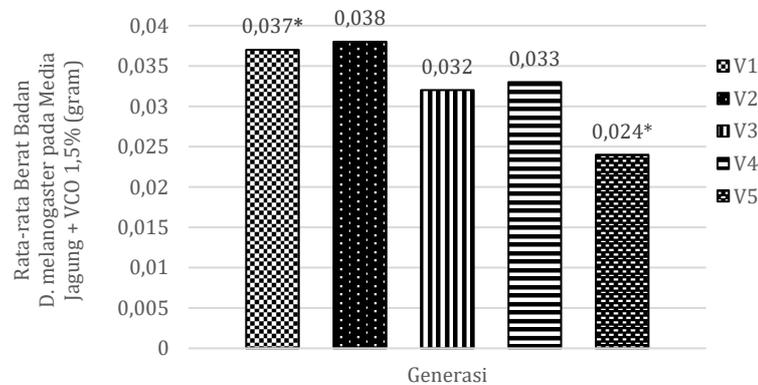
Generasi	Pisang		Jagung		Jagung+VCO 1,5%	
	Kode	Berat (g)	Kode	Berat (g)	Kode	Berat (g)
F₁	P ₁	0,021*	J ₁	0,034	V ₁	0,037*
F₂	P ₂	0,025	J ₂	0,028	V ₂	0,028
F₃	P ₃	0,033	J ₃	0,028	V ₃	0,032
F₄	P ₄	0,028	J ₄	0,028	V ₄	0,033
F₅	P ₅	0,024	J ₅	0,026	V ₅	0,024

Keterangan: F= urutan filial/turunan, F_1 menunjukkan turunan pertama, dan seterusnya sehingga F_5 menunjukkan turunan kelima. Notasi * menunjukkan perbedaan yang bermakna secara statistik antar kelompok dalam satu generasi (*Anova* dengan *post hoc* Tukey, $p < 0,05$).

Secara umum, pengaruh variasi diet terhadap berat badan *D. melanogaster* pada generasi F_2 , F_3 , F_4 , F_5 tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna (*Anova*, $p > 0,05$). Rata-rata berat badan *D. melanogaster* yang diberi diet tambahan VCO menunjukkan perbedaan bermakna dengan perlakuan lainnya hanya pada generasi pertama (V_1); analisis lanjut *post hoc test* dengan uji Tukey menunjukkan bahwa penambahan media VCO 1,5% yang ditambahkan pada jagung lebih berpengaruh nyata dalam meningkatkan berat badan *D. melanogaster* daripada media pisang ($p < 0,05$) seperti terlihat pada Tabel 2. Tren ini berulang pada generasi keempat (F_4) meskipun perbedaan antarkelompok perlakuan ini tidak signifikan (*Anova*, $p > 0,05$).

Jika dibandingkan antargenerasi dalam satu perlakuan, diet pisang menunjukkan peningkatan rata-rata berat badan sampai generasi ketiga (P_3) kemudian mulai menurun. Sementara itu, pemberian diet jagung menunjukkan pertambahan rata-rata berat badan hanya pada generasi pertama (J_1) kemudian cenderung stabil sampai generasi keempat (J_4) dan sedikit menurun pada generasi kelima

(J₅). Diagram batang rata-rata berat badan *D. melanogaster* antargenerasi pada media VCO dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2, rata-rata berat badan *D. melanogaster* menunjukkan nilai tertinggi pada generasi pertama (V₁) dan terendah pada generasi kelima (V₅). Perbedaan rata-rata berat badan *D. melanogaster* pada perlakuan diet tambahan VCO antargenerasi menunjukkan kebermaknaan secara statistik (*Anova*, $p < 0,05$) dengan perbedaan bermakna hanya antara V₁ dengan V₅ berdasarkan analisis lanjut *post hoc test* dengan uji *Tukey* seperti terlihat pada Gambar 2; dan tidak bermakna jika dibandingkan dengan generasi lainnya V₂, V₃, dan V₄ (*Anova*, $p > 0,05$).



Gambar 1. Rata-rata berat badan *D. melanogaster* pada perlakuan media jagung + VCO 1,5% antargenerasi (V₁ sampai V₅). Notasi * menunjukkan perbedaan yang bermakna secara statistik (*Anova* dengan *post hoc Tukey*, $p < 0,05$).

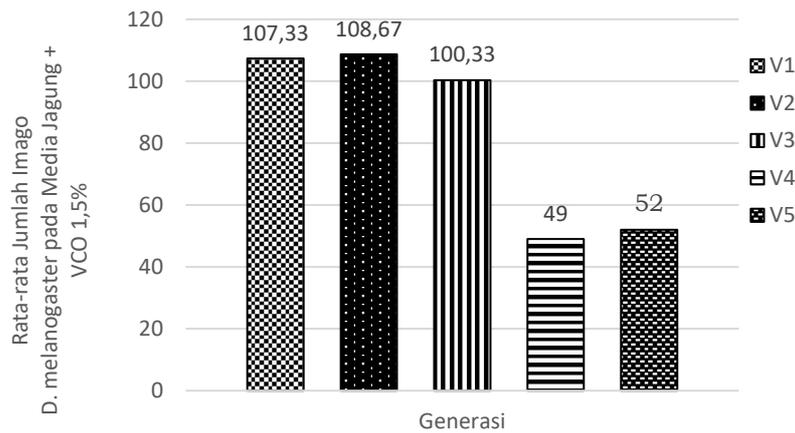
Perhitungan jumlah imago *D. melanogaster* dilakukan selama proses pengecekan rutin berkala dan setelah 14 hari dikembangkan dalam botol kultur. Prosesnya dilakukan dengan cara menghitung langsung dari botol medianya dan meletakkannya di cawan petri setelah dilakukan pembiusan. Hasil rata-rata (*mean*) jumlah imago *D. melanogaster* generasi F₁–F₅ pada ketiga variasi media diet dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata jumlah imago *D. melanogaster* semua kelompok perlakuan antargenerasi F₁–F₅

Generasi	Pisang		Jagung		Jagung+VCO 1,5%	
	Kode	Jumlah	Kode	Jumlah	Kode	Jumlah
F ₁	P ₁	82,67	J ₁	121,00	V ₁	107,33
F ₂	P ₂	76,67	J ₂	82,33	V ₂	108,67
F ₃	P ₃	92,00	J ₃	256,33*	V ₃	100,33*
F ₄	P ₄	83,00	J ₄	166,33*	V ₄	49,00*
F ₅	P ₅	70,00	J ₅	231,33*	V ₅	52,00*

Keterangan: F= urutan filial/turunan, F₁ menunjukkan turunan pertama, dan seterusnya sehingga F₅ menunjukkan turunan kelima. Notasi * menunjukkan perbedaan yang bermakna secara statistik antar kelompok perlakuan dalam satu generasi (*Kruskal Wallis* dengan *post hoc*, $p < 0,05$).

Tabel 3 menunjukkan secara umum rata-rata jumlah imago *D. melanogaster* tertinggi pada semua generasi terdapat pada media jagung kecuali pada generasi kedua (J₂). Perbedaan rata-rata jumlah imago *D. melanogaster* yang bermakna antarperlakuan didapatkan mulai pada generasi F₃, F₄, F₅ (*Kruskal Wallis*, $p < 0,05$), namun tidak bermakna pada generasi F₁ dan F₂ (*Kruskal-Wallis*, $p > 0,05$). Rata-rata jumlah imago *D. melanogaster* pada kelompok VCO menunjukkan jumlah imago yang lebih rendah daripada perlakuan lainnya terutama pada generasi F₄ dan F₅. Analisis lanjutan *post hoc test* menunjukkan perbedaan bermakna antara media VCO dan jagung ($p < 0,05$) sehingga tambahan VCO berpengaruh nyata dalam menurunkan jumlah imago *D. melanogaster*. Hal tersebut ini juga sejalan dengan data rata-rata jumlah imago *D. melanogaster* pada media VCO antargenerasi, yang dapat dilihat pada Gambar 3. Jumlah imago menunjukkan tren menurun mulai generasi ketiga (V₃), meskipun rata-rata jumlah imago pada perlakuan diet tambahan VCO antargenerasi (V₁–V₅) tidak menunjukkan perbedaan bermakna (*Kruskal Wallis*, $p > 0,05$).



Gambar 2. Rata-rata jumlah imago *D. melanogaster* pada perlakuan media jagung + VCO 1,5% antargenerasi (V₁-V₅).

PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan studi pendahuluan untuk mengkaji potensi lalat buah *Drosophila melanogaster* sebagai organisme model obesitas. Salah satu kontributor utama semakin tingginya prevalensi obesitas pada masyarakat Indonesia adalah pola makan keluarga yaitu kebiasaan makan-makanan tinggi lemak yang diwariskan dari orang tua ke anak turunannya. Pada penelitian ini, induksi obesitas dilakukan dengan memberikan perlakuan diet minyak kelapa (VCO) selama 14 hari yang dilakukan selama lima generasi *Drosophila melanogaster*.

Hasil penelitian ini menunjukkan penambahan VCO sebanyak 1,5% tidak berpengaruh secara nyata dalam meningkatkan kadar kolesterol pada *D. melanogaster* pada semua generasi dari F₁ sampai F₅ sebagai penanda awal terjadinya risiko obesitas yang akan diwariskan ke generasi berikutnya. Minyak kelapa mengandung asam lemak jenuh yang didominasi oleh asam lemak jenuh rantai sedang (MCFA) dan sedikit asam lemak tak jenuh (UFA). Asam lemak jenuh rantai sedang merupakan senyawa yang mudah ditranspor ke sel untuk dioksidasi di mitokondria, namun pemakaiannya yang berlebihan dapat menyebabkan disfungsi mitokondria, peningkatan radikal bebas dan selanjutnya berkontribusi meningkatkan LDL-kolesterol. Temuan ini berbeda dengan penelitian sebelumnya tentang pengaruh diet minyak kelapa terhadap profil lipid tikus putih galur wistar yang dilakukan selama 8 minggu (Sastri, 2015) dan 21 hari (Panjaitan, 2015), yang mendapatkan hasil peningkatan kadar kolesterol total dibandingkan dengan kontrol. Perbedaan ini mungkin disebabkan pada dua penelitian tersebut menggunakan pakan dengan konsentrasi VCO sebesar 50% (Sastri, 2015) dan 100% (Panjaitan, 2015), sedangkan pada penelitian ini konsentrasi VCO yang digunakan baru sebesar 1,5%. Konsentrasi serupa yaitu sekitar 0,1% dan 1% digunakan oleh Odubanjo *et al.* (2020) dalam penelitiannya tentang pengaruh anti oksidan minyak kelapa pada *D. melanogaster*.

Perbedaan hasil penelitian ini mendukung bahwa pengaruh pemberian VCO terhadap profil lipid masih inkonklusif. Konsumsi VCO dilaporkan dapat menurunkan kadar kolesterol dibandingkan dengan minyak nabati lainnya (Neelakantan *et al.*, 2020). Pada penelitian ini, terdapat tren rata-rata kadar kolesterol *D. melanogaster* pada pemberian VCO yang lebih rendah dibanding diet pisang di generasi muda (F₃, F₄ dan F₅). Kandungan asam lemak jenuh rantai sedang pada VCO diketahui juga mendorong pembakaran asam lemak rantai jenuh panjang (LCFA) dan secara sinergis bekerja dengan asam lemak esensial untuk memperbaiki metabolisme lemak. Selain itu efek penurunan kolesterol ini dapat juga karena kontribusi kandungan metabolit VCO seperti polifenol seperti *ferulic acid*, *quercetin* dan *caffeic acid* yang memiliki potensi efek anti oksidan (Setyawati *et al.*, 2023). Hal ini didukung oleh penelitian Odubanjo *et al.* (2020) yang melaporkan pemberian CO 0,1% dan 1% pada diet standar *D. melanogaster* dapat menurunkan kadar malondialdehyde (MDA) secara bermakna, yang mengindikasikan manfaat asam lemak (MCFA) pada CO yang tidak disimpan sebagai lemak tubuh tetapi digunakan sebagai sumber energi dan anti oksidan (Odubanjo *et al.*, 2020).

Pada penelitian ini penambahan VCO sebanyak 1,5% pada jagung mampu menunjukkan efek nyata peningkatan rata-rata berat badan secara langsung terhadap generasi pertama *D. melanogaster* dibandingkan diet jagung saja. Namun efek tersebut hanya berlangsung singkat dan tidak bertahan lama untuk diwariskan ke generasi berikutnya. Seperti kadar kolesterol, hasil penelitian tentang pengaruh diet VCO terhadap berat badan masih inkonklusif (de Vasconcelos *et al.*, 2022). Eickelberg *et*

al. (2022) melaporkan bahwa pemberian perlakuan diet tinggi lemak (mentega) bertingkat dari 3 sampai 12% tidak mempengaruhi berat badan *D. melanogaster* meskipun terdapat peningkatan konsumsi energi yang bermakna (Eickelberg *et al.*, 2022) demikian halnya dengan diet VCO selama 10 minggu pada tikus betina galur Wistar yang tidak mempengaruhi berat badan (Gomes *et al.*, 2020). Sebaliknya, pemberian diet VCO pada tikus jantan Wistar selama 16 minggu menunjukkan bahwa VCO dapat menurunkan berat badan tikus (Panchal *et al.*, 2017), dan diet VCO selama 90 hari pada tikus betina *Fischer* menghambat kenaikan berat badan tikus dibanding minyak nabati lainnya (Gomes *et al.*, 2020). Seperti telah disebutkan diatas, VCO mengandung MCFA yang langsung diubah menjadi energi sehingga dapat mengurangi tumpukan lemak dan mendorong pembakaran lemak (thermogenesis) dengan cara menaikkan laju metabolisme tubuh, sehingga pemberian diet ini dapat menyebabkan penurunan berat badan tanpa menurunkan intake energi (Neelakantan *et al.*, 2020). Efek MCFA juga berpengaruh terhadap asupan makanan dan rasa kenyang (*food intake and satiety*), karena mengkonsumsi makanan yang mengandung MCFA dapat memberikan keadaan untuk merasa lebih lama kenyang sehingga konsumsi makanan menjadi lebih terkendali (Gomes *et al.*, 2020).

Pada penelitian ini, penambahan VCO sebanyak 1,5% menyebabkan penurunan jumlah imago pada generasi muda (F_4 dan F_5) dibandingkan variasi diet lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa perbedaan nyata ini hanya mulai terlihat jika pola diet berlangsung secara turun-temurun dan bukan hanya pada generasi awal saja. Kemampuan lalat buah berkembang biak dipengaruhi oleh faktor internal dari serangga itu sendiri, maupun faktor eksternal dari lingkungan hidupnya. Faktor internal yang berpengaruh seperti keperidian, kesuburan (fekunditas), dan siklus hidup, sedangkan faktor eksternal misalnya adalah pakan (diet). Selain itu, proses perkembangan metamorphosis *D. melanogaster* sangat dipengaruhi oleh media biakan, selain sebagai tempat hidup juga sebagai sumber makanan dari mulai larva hingga imago. Apabila kandungan nutrisi pada media pakan tidak tercukupi maka dapat memberikan efek dalam menghambat kesuburan *D. melanogaster* (Agustina *et al.*, 2015). Sejalan dengan temuan penelitian ini, Eickelberg *et al.* (2022) melaporkan bahwa peningkatan kadar lemak dalam diet berbanding terbalik secara bermakna terhadap kesuburan dan perkembangan larva (Eickelberg *et al.*, 2022). Liao *et al.* (2021) juga melaporkan bahwa tambahan 10-30% CO pada diet standar jangka pendek (<1 minggu) maupun jangka panjang (3 minggu) mempengaruhi kesuburan *D. melanogaster* secara bermakna. Diet tinggi lemak dapat meningkatkan transkripsi hormon adipokinetik yang bukan hanya mempengaruhi kesuburan, melainkan juga umur dan penuaan (Liao *et al.*, 2021). Namun, diet VCO selama 2 bulan pada tikus jantan galur Wistar tidak menunjukkan peningkatan kesuburan dilihat dari jumlah dan motilitas sperma (Asmarita *et al.*, 2014).

Drosophila melanogaster (Diptera: Drosophilidae) atau lalat buah saat ini sedang menjadi organisme yang banyak dilirik dalam penelitian model penyakit pada manusia, termasuk penelitian terkait obesitas, sindrom metabolik dan dislipidemia. Penelitian menggunakan *D. melanogaster* juga dapat digunakan untuk melihat pengaruh sampai lintas generasi (transgenerasional). Namun, perlu dipertimbangkan bahwa siklus hidup *D. melanogaster* relatif cepat sehingga tidak dapat digunakan untuk mengkaji efek perlakuan dalam durasi waktu yang lebih lama dalam satu generasi.

SIMPULAN

Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan yang menunjukkan *novelty* tentang pengaruh diet VCO terhadap kadar kolesterol, berat badan dan jumlah imago *D. melanogaster* pada lima generasi. Hasilnya dapat disimpulkan bahwa diet minyak kelapa (VCO) tidak berpengaruh dalam meningkatkan kadar kolesterol *D. melanogaster* sebagai organisme model obesitas pada beberapa generasi (F_1 - F_5), berpengaruh nyata terhadap rata-rata berat badan generasi awal F_1 , namun tidak pada generasi lainnya serta berpengaruh nyata terhadap rata-rata jumlah imago pada generasi F_3 , F_4 , dan F_5 . Penelitian ini masih perlu disempurnakan dengan penelitian lanjutan, terutama untuk mengoptimalkan diet tinggi lemak dengan meningkatkan konsentrasi VCO secara bertahap, menambah ulangan sampel (>3), menambah parameter obesitas, dislipidemia dan sindrom metabolik yang lebih lengkap, menambahkan generasi yang diteliti, serta diperdalam pada mekanisme genetik dan epigenetik yang terlibat untuk lebih menegaskan peran lalat buah sebagai organisme model obesitas dan sindrom metabolik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti berterima kasih pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNY sebagai pemberi dana penelitian melalui skema pendanaan *research grant*. Terima kasih juga

dihaturkan pada almarhumah dr. Tutiek Rahayu, M.Kes, Ibnu Choldun, S.Si dan Dyah Ayu Sekarini atas dukungan teknis selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina E, Mahdi N dan Herdanawati H, 2015. Perkembangan Metamorphosis Lalat Buah (*Drosophilla Melanogaster*) Pada Media Biakan Alami Sebagai Referensi Pembelajaran Pada Matakuliah Perkembangan Hewan. *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi dan Kependidikan*, 1(1), 12. <https://doi.org/10.22373/biotik.v1i1.207>
- Aji SP, Saktiawati AMI, Ani N dan Anggraeni S, 2022. Determinan Obesitas dan Implikasi Kebijakan dalam Pencegahan dan Penanggulangan Obesitas di Indonesia. *Journal of Midwifery and Health Administration Research*, 2(1). Available from <http://ejournal.stikesbrebes.ac.id/index.php/jomhear/article/view/32>
- Asmarita J, Winarto W dan Tri NK, 2014. Pemberian Virgin Coconut Oil untuk Meningkatkan Jumlah dan Motilitas Spermatozoa: Studi pada Tikus Wistar dengan Diet Tinggi Lemak. *Nutrition and Food Research*, 37(2), 160–167. <https://doi.org/10.22435/pgm.v37i2.4020.160-167>
- Cheng L, Baonza A and Grifoni D, 2018. *Drosophila* Models of Human Disease. *BioMed Research International*, 2018, 1–2. <https://doi.org/10.1155/2018/7214974>
- Curley S, Gall J, Byrne R, Yvan-Charvet L and McGillicuddy FC, 2021. Metabolic Inflammation in Obesity – At the Crossroads between Fatty Acid and Cholesterol Metabolism. *Molecular Nutrition & Food Research*, 65(1), 1900482. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201900482>
- de Vasconcelos MH, Tavares RL, Torres Junior EL, Dorand VAM and Batista KSM, 2022. Extra virgin coconut oil (*Cocos nucifera* L.) exerts anti-obesity effect by modulating adiposity and improves hepatic lipid metabolism, leptin and insulin resistance in diet-induced obese rats. *Journal of Functional Foods*, 94, 105122. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105122>
- Eickelberg V, Rimbach G, Seidler Y, Hasler M, Staats S and Lüersen K, 2022. Fat Quality Impacts the Effect of a High-Fat Diet on the Fatty Acid Profile, Life History Traits and Gene Expression in *Drosophila melanogaster*. *Cells*. 11(24):4043. doi: 10.3390/cells11244043. PMID: 36552807; PMCID: PMC9776686.
- Gadde KM, Martin CK, Berthoud HR and Heymsfield SB, 2018. Obesity: Pathophysiology and Management. *Journal of the American College of Cardiology*, 71(1), 69–84. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.11.011>
- Gomes SV, Dias BV, Pereira RR, de Pádua Lúcio K, de Souza DMS, Talvani A, Brandão GC, Cosenza GP, de Queiroz KB and Costa DC, 2020. Different source of commercial vegetable oils may regulate metabolic, inflammatory and redox status in healthy rats. *Journal of Functional Foods*, 66, 103780. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103780>
- Kadouh HC and Acosta A, (2017). Current paradigms in the etiology of obesity. *Techniques in Gastrointestinal Endoscopy*, 19(1), 2–11. <https://doi.org/10.1016/j.tgie.2016.12.001>
- Liao S, Amcoff M and Nässel DR, 2021. Impact of high-fat diet on lifespan, metabolism, fecundity and behavioral senescence in *Drosophila*. *Insect Biochem Mol Biol*. 2021 Jun; 133:103495. doi: 10.1016/j.ibmb.2020.103495. Epub 2020 Nov 7. PMID: 33171202.
- Lin X and Li H, 2021. Obesity: Epidemiology, Pathophysiology, and Therapeutics. *Frontiers in Endocrinology*, 12, 706978. <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.706978>
- Midah Z, Fajriansyah F, Makmun A dan Rasfahyana R, 2021. Hubungan Obesitas dan Stress Oksidatif. *UMI Medical Journal*, 6(1), 62–69. <https://doi.org/10.33096/umj.v6i1.140>
- Neelakantan N, Seah JYH and van Dam RM, 2020. The Effect of Coconut Oil Consumption on Cardiovascular Risk Factors: A Systematic Review and Meta-Analysis of Clinical Trials. *Circulation*, 141(10), 803–814. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.119.043052>
- Nurhidayati N, Irawan IR dan Sudikno S, 2022. Hubungan Obesitas dengan Profil Lipid pada Remaja di Indonesia. *Penelitian Gizi Dan Makanan (The Journal of Nutrition and Food Research)*, 45(1), 35–46. <https://doi.org/10.22435/pgm.v45i1.6081>
- Odubango OV, Oluwarotimi AE and Ayeni CO, 2020. Fatty acid composition and antioxidant effect of coconut oil in *Drosophila melanogaster*. *Comp Clin Pathol* 29, 1147–1155. <https://doi.org/10.1007/s00580-020-03162-4>
- Panchal SK, Carnahan S and Brown L, 2017. Coconut Products Improve Signs of Diet-Induced Metabolic Syndrome in Rats. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72(4), 418–424. <https://doi.org/10.1007/s11130-017-0643-0>
- Panjaitan RM, 2015. Pengaruh Pemberian Minyak Kelapa Murni dan Minyak Kedelai terhadap Kolesterol Total pada Tikus Jantan (*Rattus norvegicus*). *Jurnal Ilmiah PANNMED (Pharmacist, Analyst, Nurse, Nutrition, Midwifery, Environment, Dentist)*, 10(1):130–134.
- Safitri A, Jahari AB dan Ernawati F, 2017. Konsumsi Makanan Penduduk Indonesia Ditinjau dari Norma Gizi Seimbang (*Food Consumption in Term of The Norm of Balanced Nutrition*). *Penelitian Gizi Dan Makanan (The Journal of Nutrition and Food Research)*, 39(2), 87–94. <https://doi.org/10.22435/pgm.v39i2.6971.87-94>
- Sastri S, 2015. Pengaruh Diet Tinggi Minyak Kelapa dan Minyak Sawit Terhadap Profil Lemak Darah Tikus. *Majalah Kedokteran Andalas*, 37(1), 8. <https://doi.org/10.22338/mka.v37.i1.p8-13.2014>
- Setyawati A, Sangkala MS, Malasari S, Jafar N, Sjattar EL, Syahrul S and Rasyid H, 2023. Virgin Coconut Oil: A Dietary Intervention for Dyslipidaemia in Patients with Diabetes Mellitus. *Nutrients*, 15(3). <https://doi.org/10.3390/nu15030564>

- Suha GR dan Rosyada A, 2022. Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian obesitas pada remaja umur 13–15 tahun di Indonesia (analisis lanjut data Riskesdas 2018). *Ilmu Gizi Indonesia*, 6(1), 43. <https://doi.org/10.35842/ilgi.v6i1.339>
- Tolwinski NS, 2017. Introduction: *Drosophila*—A Model System for Developmental Biology. *Journal of Developmental Biology*, 5(3). <https://doi.org/10.3390/jdb5030009>
- Yadi R, Kumar R, Rahman E, Monandes V and Permata DS, 2019. Diversifikasi Produk Olahan Kelapa Menjadi Virgin Coconut Oil (VCO). *Indonesian Journal of Industrial Research*, 2(2), pp. 32-36. Available from <http://litbang.kemenperin.go.id/pmbp/article/view/5530>

Article History:

Received: 30 Mei 2023

Revised: 26 Desember 2023

Available online: 23 Januari 2024

Published: 31 Januari 2024

Authors:

Kartika Ratna Pertiwi, Departemen Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, Jl. Colombo No.1, Karang Malang, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281, Indonesia, email: kartika.pertiwi@uny.ac.id

Estulesya Ika Fitriana, Departemen Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, Jl. Colombo No.1, Karang Malang, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281, Indonesia, email: estulesyaika.2018@student.uny.ac.id

Paramita Cahyaningrum Kuswandi, Departemen Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, Jl. Colombo No.1, Karang Malang, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281, Indonesia, email: paramita@uny.ac.id

How to cite this article:

Pertiwi KR, Fitriana EI, Kuswandi PC, 2024. Pengaruh Diet Minyak Kelapa (*Virgin Coconut Oil*) terhadap Kadar Kolesterol, Berat Badan dan Jumlah Imago Lima Generasi *Drosophila melanogaster*. *LenteraBio*; 13(1): 167-175.