Pengaruh Growol Terhadap Berat Badan, Bakteri Asam Laktat Sekum Dan Scfa Tikus Model Sindrom Metabolik

Maria Amrijati Lubijarsih*, Fransisca Shinta Maharini, Bernadetta Eka Noviati, Ruth Surya Wahyu Setyaning

Program Studi Sarjana Gizi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Panti Rapih Yogyakarta, Indonesia
*Email koresponden : mariaamrijati@gmail.com

ABSTRACT

Growol is a traditional fermented cassava food containing approximately 1.32 × 10^7 CFU/g of lactic acid bacteria (LAB). As a potential synbiotic food, growol may contribute to obesity management by modulating gut microbiota and increasing short-chain fatty acid (SCFA) production. Objective: to determine the effect of growol on body weight, cecal LAB levels and SCFA in rats with metabolic syndrome. Method: This study used a controlled pretest–posttest experimental design. Thirty-six male Wistar rats Rattus norvegicus aged 8-10 weeks and an average body weight of 180-200 g was divided into 6 groups, group K- (healthy rats, standard feed), K+ (metabolic syndrome rats, standard feed) and a treatment group with a substituted feed of growol P1 (25%), P2 (50%), P3 (75%) and P4 (100%). Body weight, cecal LAB counts, and SCFA concentrations were measured using the MRSA and HPLC methods, respectively. Results: The initial and final body weights of rats in each group differed significantly ($p < 0.05$). The final body weights of rats also differed significantly among groups ($p < 0.05$).. An increase in the proportion of growol was associated with a decrease in body weight gain.The highest levels of cecum LAB were obtained from the 50% growol: 50% cornstarch feed. Rats with standard feed had higher SCFA acetate levels compared to the growol feed group. In the metabolic syndrome group of mice, the levels of SCFA propionate and butyrate increased with the provision of feed with a higher percentage of growol. Conclusion: Growol feed provides better weight control in obese conditions. The 50% growol: 50% cornstarch formulation produced the highest levels of cecal LAB. Increasing the amount of growol in the feed increased the levels of SCFA propionate and butyrate.

***Keywords**: Growol; Body Weight; BAL; SCFA; Rat model of metabolic syndrome*

Submitted:2026-03-25 Accepted:2026-08-19 Published: November 2026 Pages: 144-157

PENDAHULUAN

Sindrom metabolik (MetS) merupakan masalah kesehatan yang semakin penting karena ditandai oleh kombinasi obesitas abdominal, hipertensi, dislipidemia, dan gangguan regulasi glukosa yang meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular dan diabetes melitus tipe 2. Prevalensi MetS pada orang dewasa secara global diperkirakan mencapai 12,5–31,4% (Al Maimani *et al.*, 2026). Meskipun terapi farmakologis tersedia untuk mengendalikan masing-masing komponen MetS, pengelolaan MetS secara keseluruhan tetap memerlukan pendekatan gaya hidup, terutama melalui modifikasi pola makan (van Namen, Prendergast and Peiris, 2019; Werndle, Stefanovic and Reljic, 2026).. Penelitian mengenai pemanfaatan pangan lokal sebagai intervensi diet untuk MetS masih terbatas. Growol, pangan fermentasi tradisional berbahan dasar singkong dari Kulon Progo, Yogyakarta, memiliki potensi sebagai sumber pangan fungsional karena mengandung komponen

yang berpotensi mendukung kesehatan mikrobiota usus (Lestari *et al.*, 2024; Sari dan Puspaningtyas, 2019).

Growol adalah makanan tradisional Kulon Progo Yogyakarta hasil fermentasi singkong yang mengandung BAL, terutama *Lactobacillus case*i subsp *Rhamnosus* TGR 2 yang memiliki karakteristik probiotik. Syarat mikrobia hidup yang harus terdapat pada produk probiotik sebesar 10^6-10^8 cfu/ml (FAO/WHO, 2002). Dari penelitian sebelumnya diketahui kadar BAL growol sebesar 1.32 x 10^7 cfu/g sehingga growol berpotensi sebagai sumber probiotik ((Maharini, Lubijarsih and Poddar, 2023). Probiotik didefinisikan sebagai mikroorganisme hidup yang, bila diberikan dalam jumlah cukup, memberikan manfaat untuk kesehatan ((Goyache *et al.*, 2024). Probiotik terdiri dari kelompok BAL *(Lactobacillus sp* misalnya *L. plantarum, L. rhamnosus, L. casei,*), kelompok *Bifidobacterium* (*B. longum, B. breve, B. infantis, B. animalis*), beberapa strain yeast, multi strain (kombinasi beberapa strain , misalnya campuran *Lactobacillus, Bifidobacterium*) dan sinbiotik (gabungan probiotik dan prebiotik misal serat seperti FOS, inulin). Manfaat kelompok BAL antara lain memperbaiki komposisi mikrobiota usus, metabolisme lipid dan glukosa, menurunkan berat badan dan peradangan ringan. Kelompok *Bifidobacterium* berperan dalam fermentasi serat, produksi SCFA, dan perbaikan profil lipid serta glukosa ((Das *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2021). Pada kondisi sehat probiotik terutama berperan menjaga keseimbangan mikrobiota usus, meningkatkan fungsi imun, mengurangi risiko jangka panjang gangguan gastrointestinal dan metabolik ((Al-Habsi *et al.*, 2024; Maftei *et al.*, 2024). Pada kondisi sindrom metabolik probiotik berperan sebagai terapi tambahan, bukan pengganti diet sehat, aktivitas fisik, atau obat standar dalam penurunan BMI, lingkar pinggang, LDL, trigliserida, glukosa puasa, resistensi insulin, tekanan darah dan steatosis hati (Laue *et al.*, 2023). Selain itu growol juga mengandung prebiotik yaitu senyawa yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bakteri probiotik dan mendukung kesehatan saluran cerna. Penelitian sebelumnya menunjukkan growol, khususnya yang dikeringkan, memiliki kandungan pati resisten tinggi (22–27 g/100 g) dan indeks prebiotik 0,82–0,90, mendukung pertumbuhan BAL seperti *L. rhamnosus* dan *L. plantarum*. Dengan demikian growol berpotensi sebagai pangan sinbiotik karena mengandung probiotik and prebiotik ((You *et al.*, 2022). Sinbiotik berperan dalam memperbaiki profil metabolik ((Rodríguez-Pastén *et al.*, 2022). Sindrom metabolik adalah kondisi gangguan metabolik antara lain ditandai dengan obesitas sentral dan dislipidemia yang meningkatkan risiko terhadap penyakit makrovaskular ((Srikanthan *et al.*, 2016). Penatalaksanaan non farmakologis dengan memanfaatkan pangan fungsional seperti sinbiotik diperlukan sebagai pendukung untuk pencegahan terjadinya sindrom metabolik ((Salsabila *et al.*, 2020).

Probiotik BAL, seperti *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium,* berperan dalam fermentasi serat makanan di usus, meningkatkan populasi bakteri penghasil SCFA, memperbaiki komposisi mikrobiota usus, dan meningkatkan konsentrasi SCFA utama yaitu asetat, propionat, dan butirat.. Studi pada manusia dan hewan menunjukkan konsumsi probiotik (misal: *Lactobacillus casei Shirota, L. plantarum*,) meningkatkan kadar SCFA, memperbaiki fungsi sawar usus, dan menurunkan peradangan ((Bermúdez-Humarán, *et.al*., 2024; Fusco *et al.*, 2023; Ismael *et al.*, 2022; Markowiak-Kopeć and Śliżewska, 2020). SCFA memiliki berbagai manfaat kesehatan, yaitu : (a) menjaga integritas epitel usus dan mengurangi permeabilitas usus (*Leaky gut*), (b) efek anti-inflamasi dan imunomodulator (c) menurunkan risiko obesitas, diabetes tipe 2, penyakit kardiovaskular, dan kanker kolorektal (d) mendukung metabolisme energi, regulasi nafsu makan, dan sensitivitas insulin (e) efek protektif pada sistem saraf dan fungsi otak (Blaak *et al.*, 2020l; Cong, Zhou and Zhang, 2022; Du *et al.*, 2024; Hays, Pfaffinger and Ryznar, 2024; O'Riordan *et al.*, 2022; Portincasa *et al.*, 2022; Xiong *et al.*, 2022.). Berdasarkan uraian tersebut , sindrom

metabolik memerlukan pendekatan intervensi yang tidak hanya berfokus pada pengendalian faktor resiko metabolik, tetapi juga dapat memodulasi mikrobiota usus dan metabolit yang dihasilkannya. Growol memiliki potensi sebagai pangan fungsional dengan karakteristik sinbiotik mengandung BAL dan pati resisten yang dapat mendukung pertumbuhan mikrobiota menguntungkan serta produksi SCFA, Namun, hingga sat ini belum terdapat bukti yang memadai mengenai pengaruh pemberian growol terhadap berat badan, jumlah BAL sekum dan kadar SCFA pada model sindrom metabolik. Kesenjangan tersebut menjadi dasr untuk dilakukannya penelitian lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pemberian growol terhadap berat badan, jumlah BAL pada sekum, dan kadar SCFA pada model sindrom metabolik. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengujian growol sebagai sumber pangan sinbiotik alami berbasis pangan lokal Indonesia dalam konteks sindrom metabolik, dengan mengevaluasi keterkaitan antara respons fenotipik, perubahan bakteri asam laktat intestinal, dan metabolit hasil fermentasi mikrobiota berupa SCFA. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan bukti ilmiah mengenai potensi growol sebagai pangan fungsional lokal yang dapat mendukung modulasi mikrobiota usus dan metabolisme pada kondisi sindrom metabolik. Hasil penelitian juga dapat menjadi dasar bagi pengembangan strategi intervensi berbasis pangan lokal sebagai pendekatan komplementer dalam pencegahan dan pengelolaan gangguan metabolik.

METODE

Penelitian menggunakan rancangan pre-post test dengan kelompok kontrol. Penelitian ini menggunakan 36 ekor tikus jantan galur Wistar dengan berat badan awal 180–200 g. Jumlah sampel ditentukan menggunakan pendekatan Federer, yaitu dengan rumus $(t - 1)(n - 1) \geq 15$, dengan *t* merupakan jumlah kelompok perlakuan dan *n* merupakan jumlah hewan coba per kelompok. Penelitian ini terdiri atas 6 kelompok, sehingga diperoleh: $(6- 1)(n - 1) \geq 15$; $5(n - 1) \geq 15$; $n \geq 4$. Dengan demikian, jumlah minimal hewan coba adalah 4 ekor per kelompok. Untuk memperoleh jumlah sampel yang lebih memadai dan mengantisipasi kemungkinan kehilangan hewan coba selama penelitian, digunakan 6 ekor tikus pada masing-masing kelompok, sehingga total terdapat 36 ekor tikus. Tikus dibagi secara acak menjadi empat kelompok menggunakan simple randomization. Setelah melalui tahap adaptasi, seluruh tikus diberi nomor identifikasi dan dilakukan pengundian atau randomisasi menggunakan bilangan acak untuk menentukan kelompok perlakuan. Setiap kelompok terdiri atas 6 ekor tikus. Pembagian secara acak dilakukan untuk memberikan kesempatan yang sama bagi setiap tikus untuk masuk ke masing-masing kelompok dan meminimalkan bias akibat perbedaan karakteristik individual hewan coba. Tikus yang digunakan memenuhi kriteria inklusi, yaitu tikus jantan galur Wistar, berusia dewasa, memiliki berat badan awal 180–200 g, dalam kondisi sehat, aktif bergerak, tidak menunjukkan tanda-tanda penyakit, dan mampu mengonsumsi pakan serta air minum dengan baik. Tikus dikeluarkan dari penelitian apabila mengalami sakit berat, cedera, penurunan kondisi umum yang mengharuskan penghentian perlakuan, atau kematian selama penelitian. Tikus yang mengalami kehilangan data pengukuran utama juga tidak diikutsertakan dalam analisis untuk parameter yang datanya tidak lengkap. Setiap kondisi yang menyebabkan hewan dikeluarkan dari penelitian dicatat selama periode penelitian.

Ada 3 fase pada penelitian ini yaitu fase adaptasi (7 hari), fase induksi (4 minggu) dan fase pengujian. (4 minggu) . Pade fase adaptasi tikus diadaptasikan terhadap kondisi kandang dan laboratorium selama 7 hari. Selama fase adaptasi, semua tikus diberi pakan standar AIN-93 dan air minum *ad libitum (*(Reeves, Nielsen and Fahey, 1993)

Setelah fase adaptasi,dilanjutkan fase induksi selama 4 minggu dengan membagi tikus ke dalam 6 kelompok perlakuan, kelompok kontrol negatif (K-), kontrol positif (K+) dan kelompok perlakuan meliputi Perlakuan 1, 2, 3 dan 4. Kelompok K- diberi pakan standar dan 5 kelompok lainnya diinduksi dislipidemia menggunakan Diet Tinggi Lemak Fruktosa (DTLF) . Tikus yang diinduksi dislipidemia diberikan pakan DTLF sebanyak 15 gram/hari. Penggunaan fruktosa bertujuan untuk mempercepat dislipidemia karena diet tinggi fruktosa dapat memicu resistensi insulin yang selanjutnya dapat meningkatkan lipogenesis dan kadar trigliserida ((Ter Horst and Serlie, 2017). Tikus dikatakan dislipidemia apabila memiliki kriteria: kadar kolesterol total darah >100 mg/dL; trigliserida >70,79 mg/dL; kolesterol HDL <39,02 mg/dL; dan kolesterol LDL >27,34 mg/dL (Gunawan, Aulia and Soetikno, 2021) . Fase terakhir adalah fase pengujian atau pemberian pakan growol sebagai berikut, kelompok (K-) tikus sehat diberikan pakan standar, (K+) tikus model sindrom metabolik diberikan pakan standar sedangkan kelompok perlakuan P1, P2, P3 dan P4 adalah tikus model sindrom metabolik diberikan pakan standar disubstitusi growol masing-masing dengan prosentase 25%, 50%, 75% dan 100%. Fase pengujian dilaksanakan selama 4 minggu.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah proporsi growol yang diberikan dalam pakan/perlakuan, sesuai dengan konsentrasi yang telah ditetapkan pada masing-masing kelompok. Variabel terikat meliputi berat badan, jumlah/karakteristik bakteri asam laktat (BAL), dan kadar short-chain fatty acids (SCFA). Berat badan diukur secara berkala selama penelitian, sedangkan BAL dan SCFA dianalisis pada akhir periode perlakuan sesuai dengan metode analisis yang telah ditetapkan.Variabel kontrol meliputi jenis dan galur tikus (Wistar), jenis kelamin (jantan), rentang berat badan awal, umur tikus, jumlah tikus per kelompok, kondisi dan ukuran kandang, kondisi lingkungan pemeliharaan, jenis air minum, waktu pemberian pakan dan perlakuan, lama adaptasi, lama induksi, lama perlakuan, serta prosedur pengukuran dan analisis. Pengendalian variabel tersebut dilakukan untuk memastikan bahwa perbedaan berat badan, BAL, dan SCFA yang diamati terutama berkaitan dengan perbedaan proporsi growol yang diberikan. Komposisi pakan standar dan pakan growol tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Pakan Standar dan Perlakuan

Bahan	Pakan Standar (g)	Pakan Perlakuan (g)*			
		P1	P2	P3	P4
Growol	0	155,175	310,35	465,525	620,7
Maizena	620,70	465,525	310,35	155,175	0
Sukrosa	100	100	100	100	100
Kasein	140	140	140	140	140
Oil	40	40	40	40	40
Serat	50	50	50	50	50
Mineral mix	35	35	35	35	35
Vitamin mix	10	10	10	10	10
L-Sistein	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Kolin	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
TBHQ	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08



*Pakan substitusi growol P1 (growol 25% : maizena 75%), P2 (growol 50% : maizena 50%), P3 (growol 75% : maizena 75%), P4 (growol 100% : maizena 0%)

Gambar 1. Pakan Perlakuan dengan Berbagai Proporsi Growol

Dilakukan pengukuran berat badan tikus pada awal fase induksi, akhir fase induksi dan akhir fase pengujian. Pada akhir pengujian diambil sampel tikus dari tiap kelompok untuk di analisis kadar BAL sekum dan kadar SCFA.

Analisis kuantitatif BAL sekum menggunakan metode MRSA (*deMann Rogosa Sharpe Agar*), dan SCFA metode *HPLC*. Penelitian dilakukan di laboratorium Teknologi Pangan STIKes Panti Rapih, laboratorium hewan percobaan di Pusat Antar Universitas (PAU) UGM Yogyakarta. Ethical Clearence diperoleh dari Komisi Etik Rumah Sakit Panti Rapih , Yogyakarta (No. 096/SKEPKKKE/VII/2024).

Data berat badan dihitung dinyatakan sebagai nilai rata-rata ± standar deviasi (SD) dari tiap kelompok (n=6).. Normalitas data diukur dengan *Saphiro-Wilk test*. Perbedaan *pre-post treatment* diuji dengan *Paired t-tests*, sedangkan antar kelompok menggunakan *One-way Analysis of Variance (ANOVA)* dan dilanjutkan dengan *Tukey's post hoc test* bila ada beda nyata di antara sampel. Nilai signifikansi adalah $p<0.05$. Pengujian statistik menggunakan SPSS version 26.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA). Data kadar BAL dan SCFA ditampilkan dalam bentuk grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh induksi DTLF pada berat badan tikus

Perubahan berat badan tikus selama fase induksi DTLF seperti tampak pada tabel 2.

Tabel 2. Berat Badan Tikus pada Awal dan Akhir Fase Induksi

Kode Sampel*	Berat badan tikus awal fase induksi (g)	Berat badan tikus akhir fase induksi (g)	Kenaikan Berat Badan (%)	p**
K(-)	180.00 ± 3.033	215.00 ± 3.162	19,44	0,000 < 0,005
K(+)	180.83 ± 2.483	279.33 ± 2.944	54,47	
P1	181.17 ± 3.312	280.17 ± 2.317	54.64	
P2	180.50 ± 1.871	279.50 ± 1.871	54,84	
P3	180.17 ± 2317	279.50 ± 1.871	55,13	
P4	181.00 ± 2.366	280.50 ± 2.739	54,97	

Data merupakan nilai rata-rata ± standar deviasi (n=6).

*Kelompok kontrol K- (tikus sehat , pakan standar), Kelompok kontrol K+ (tikus sindrom metabolik, pakan standar), dan Kelompok Perlakuan (P1,P2,P3,dan P4) merupakan kelompok tikus sindrom metabolik dengan pakan substitusi growol masing-masing P1 (growol 25% : maizena 75%), P2 (growol 50% : maizena 50%), P3 (growol 75% : maizena 75%), P4 (growol 100% : maizena 0%)
**Nilai Signifikansi awal dan akhir fase induksi tiap kelompok menggunakan *Paired t-test (p value)*

Hasil uji Paired t-tes antara berat badan tikus awal dan akhir fase induksi menunjukkan nilai p 0,000<0,005 yang berarti ada perubahan signifikan pada berat badan tikus. Kelompok K(-) yang tidak diinduksi dengan DTLF kenaikan berat badannya di bawah 20 % . Kelompok yang diinduksi dengan DTLF yaitu kelompok K (+) , P1, P2, P3 dan P4 menunjukkan peningkatan berat badan yang jauh lebih tinggi sekitar 3 kali lipat dibandingkan dengan kelompok K(-) yang tidak diinduksi dengan DTLF.
Beberapa pendekatan untuk menyatakan obesitas pada tikus percobaan adalah kenaikan berat badan dan lemak tubuh dibanding kontrol, Body Mass Index(BMI) khusus tikus, dan Body Condition Score (BCS) sebagai padanan BMI pada manusia ((Giles, Jackman and MacLean, 2016, Lu *et al.*, 2021 dan Rosnah *et al.*, 2022). Tikus percobaan (biasanya jenis Sprague-Dawley atau Wistar) umumnya dikategorikan obesitas atau mengalami obesitas yang diinduksi diet (*Diet-Induced Obesity*/DIO) jika mengalami kenaikan berat badan yang signifikan, sekitar 20% hingga lebih dari 40% dibandingkan dengan kelompok kontrol (tikus dengan pakan standar) dalam kurun waktu 4 hingga 10 minggu. ((Hidayati, Widodo and Hidayat, 2020).
Diet TLF (high-fat high-fructose, HFHF/HFFD) banyak digunakan untuk meniru obesitas dan sindrom metabolik ala "*Western diet*" pada manusia. Model ini menggabungkan kelebihan kalori dari lemak dan gula sederhana, terutama fruktosa, yang sangat terkait dengan peningkatan obesitas global. Diet Tinggi Lemak dan Fruktosa akan meningkatkan asupan kalori, berat badan, dan massa lemak ((Xu *et al.*, 2021). Dengan demikian fase induksi ini menghasilkan kondisi obesitas pada hewan coba.

Pengaruh induksi DTLF pada disslipidemia tikus
Pengaruh induksi DTLF terhadap dislipidemia hewan coba seperti tampak pada tabel 3.

Tabel 3. Kadar Total Kolesterol ,HDL Kolesterol, dan LDL Kolesterol pada akhir fase induksi

Kode Sampel*	Total Kolesterol mg/dl	HDL Kolesterol mg/dl	LDL Kolesterol mg/dl
K(-)	84,62 ± 1,37^{a}	82,21± 1,33^{c}	20,58 ± 1,35^{a}
K(+)	207,33 ± 3,27^{cd}	30,49± 1,05^{ab}	77,50 ± 1,56^{b}
P1	202,81 ± 3,51^{b}	30,96 ± 1,61^{ab}	77,50 ± 1,56^{b}
P2	206,84 ± 3,7^{cd}	29,89 ± 1,68^{a}	77,74 ± 2,02^{b}
P3	208,55 ± 3,64^{d}	32,15 ± 2,36^{b}	78,22 ± 1,56^{b}
P4	204,15 ± 2,00^{bc}	30,96 ± 1,33^{ab}	78,94 ± 1,86^{b}
p	<0,001**	<0,001**	<0,001**

Data merupakan nilai rata-rata ± standar deviasi(n=6).
*Kelompok Kontrol K- (tikus sehat , pakan standar), Kelompok Kontrol K+ (tikus sindrom metabolik, pakan standar), dan Kelompok perlakuan (P1,P2,P3,dan P4) merupakan kelompok tikus sindrom metabolik dengan pakan substitusi growol masing-masing P1 (growol 25% : maizena 75%), P2 (growol 50% : maizena 50%), P3 (growol 75% : maizena 75%), P4 (growol 100% : maizena 0%)
**Nilai signifikansi antar kelompok menggunakan uji *ANOVA* dan uji *post hoc Tukey (pvalue)*

Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar total kolesterol, HDL kolesterol dan LDL kolesterol tikus K(-) yang tidak diinduksi DTLF berbeda nyata dengan tikus K(+), P1, P2,P3 dan P4 yang diinduksi DTLF. Tikus dikatakan dislipidemia apabila memiliki kriteria kadar kolesterol total >100 mg/dL; kadar trigliserida >70,79 mg/dL; kolesterol HDL <39,02 mg/dL; dan kolesterol LDL >27,34 mg/dL. Selain menggunakan nilai absolut (mg/dl) , dikenal juga dislipidemia diet-induksi yang dinyatakan sebagai peningkatan bermakna (p<0,05) pada kelompok induksi dibandingkan kelompok yang tidak diinduksi untuk kadar TG, TC dan perubahan fraksi lipoprotein ((Fu *et al.*, 2021).
Dari tabel 3 tampak bahwa Kelompok K (-) yang tidak diinduksi tidak mengalami dislipidimia sedangkan kelompok K (+), P1, P2, P3, dan P4 yang diinduksi mengalami dislipidemia. Kondisi sindrom metabolik antara lain ditandai dengan adanya obesitas dan dislipidemia. Dengan demikian fase induksi dengan pemberian DTLF ini memberikan kondisi sindrom metabolik pada hewan coba kelompok K(+), P1, P2, P3, dan P4.

Pengaruh Growol Pada Berat Badan Tikus

Untuk mengetahui pengaruh growol pada berat badan tikus dilakukan pengukuran berat badan tikus pada akhir fase induksi dan akhir fase pengujian, seperti tampak pada tabel 5.

Tabel 5. Berat Badan Tikus Akhir Fase Induksi dan Akhir Fase Pengujian

Kode Sampel*	Berat badan tikus awal/akhir fase induksi (g)	Berat badan tikus akhir fase pengujian (g)	Kenaikan Berat Badan (%)	p**
K(-)	215.00 ± 3.162	243.17 ± 3.169 [a]	13,10	0,000 < 0,005
K(+)	279.33 ± 2.944	369.50 ± 1.871 [b]	32,28	
P1	280.17 ± 2.317	332.83 ± 3.430 [c]	18,80	
P2	279.50 ± 1.871	333.50 ± 2.881 [cd]	11,83	
P3	279.50 ± 1.871	317.17 ± 3.312 [e]	13,48	
P4	280.50 ± 2.739	318.00 ± 2.898 [ef]	13,37	
P***		0,000 < 0.005		

Data merupakan nilai rata-rata ± standar deviasi (n=6).
*Kelompok Kontrol K- (tikus sehat , pakan standar), Kelompok Kontrol K+ (tikus sindrom metabolik, pakan standar), dan Kelompok perlakuan (P1,P2,P3,dan P4) merupakan kelompok tikus sindrom metabolik dengan pakan substitusi growol masing-masing P1 (growol 25% : maizena 75%), P2 (growol 50% : maizena 50%), P3 (growol 75% : maizena 75%), P4 (growol 100% : maizena 0%)
**Nilai Signifikansi berat badan awal dan akhir fase pengujian tiap kelompok menggunakan *Paired t-test (p value)*
***Nilai signifikansi antar kelompok menggunakan uji *ANOVA* dan uji *post hoc Tukey (pvalue)*

Dengan uji *Paired t-test* diperoleh hasil bahwa pada tiap kelompok tikus, berat badan tikus akhir fase pengujian berbeda signifikan dengan berat badan tikus awal (akhir fase induksi) ditunjukkan dengan nilai p 0,000<0,05. Pada masing-masing kelompok terjadi kenaikan berat badan . Selanjutnya hasil uji *ANOVA* dan *post hoc Tukey* menunjukkan bahwa ada perbedaan signifikan berat badan akhir pengujian antar kelompok seperti ditunjukkan dalam tabel 3.

Kenaikan berat badan terbesar ada pada kelompok tikus K (+) atau tikus yang diinduksi DTLF dan diberi pakan standar. Kelompok tikus yang diinduksi DTLF dan diberi pakan growol memiliki

kenaikan berat badan yang lebih kecil dengan kecenderungan semakin menurun dengan semakin banyak prosentase growol dalam pakan yang diberikan. Maizena adalah produk olahan jagung yang hampir sepenuhnya terdiri dari pati dan memiliki kadar energi sebesar 343 kkal/100 g sedangkan kadar energi growol yang berasal dari singkong adalah sebesar 131,68 kkal/100 g.. Dengan demikian semakin banyak proporsi growol dibandingkan dengan maizena dalam pakan akan menghasilkan nilai kalori pakan yang semakin rendah seperti tercantum dalam tabel 4.

Tabel 4. Perbedaan Kadar Energi Pakan Hewan Coba

	Pakan*				
	Standar	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**
Energi (kkal)	3449,0	3121,1	2793,2	2465,3	2137,3

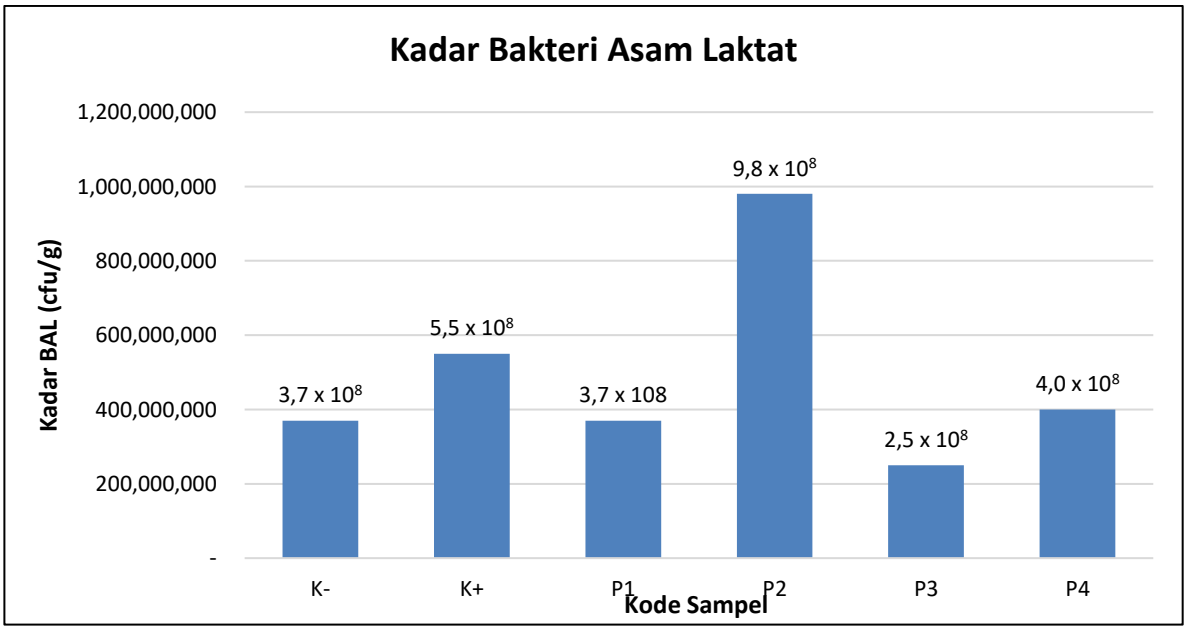
*Pakan substitusi growol : Standar (growol 0% : maizena 100%), P1 (growol 25% : maizena 75%), P2 (growol 50% : maizena 50%), P3 (growol 75% : maizena 75%), P4 (growol 100% : maizena 0%)

Baik pakan standar maupun pakan yang mengandung growol mampu memenuhi kecukupan energi pada hewan coba yang ditandai dengan peningkatan berat badan. Kadar energi yang lebih rendah pada pakan growol dapat disebabkan karena growol mengandung pati resisten yang lebih tinggi. Pati resisten dan berbagai jenis serat pangan dapat menghambat obesitas dan gangguan metabolik, terutama pada diet tinggi lemak. Hal ini yang menyebabkan growol memberikan dampak lebih baik untuk hewan coba yang memiliki kondisi obesitas.. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa konsumsi tepung singkong dan tepung kentang dibandingkan dengan pati murni (starch) akan menyebabkan tikus percobaan mengalami kenaikan berat badan yang lebih kecil , pengendalian berat badan yang lebih baik, meningkatkan butirat usus dan memperbaiki integritas sawar mukosa usus karena kedua bahan tersebut lebih kaya pati resisten ((Liao *et al.*, 2025)

Penelitian lain juga menunjukkan peran beberapa bentuk RS (RS2, RS3, RS4, RS5; dari jagung tinggi amilosa, pisang, kacang polong, tapioka) dalam menghambat kenaikan berat badan ((Wellington *et al.*, 2025; Yoo *et al.*, 2024)

Pengaruh growol terhadap Bakteri Asam Laktat (BAL) sekum

Hasil pengukuran kadar BAL sekum pada hewan coba seperti tercantum pada gambar 2.



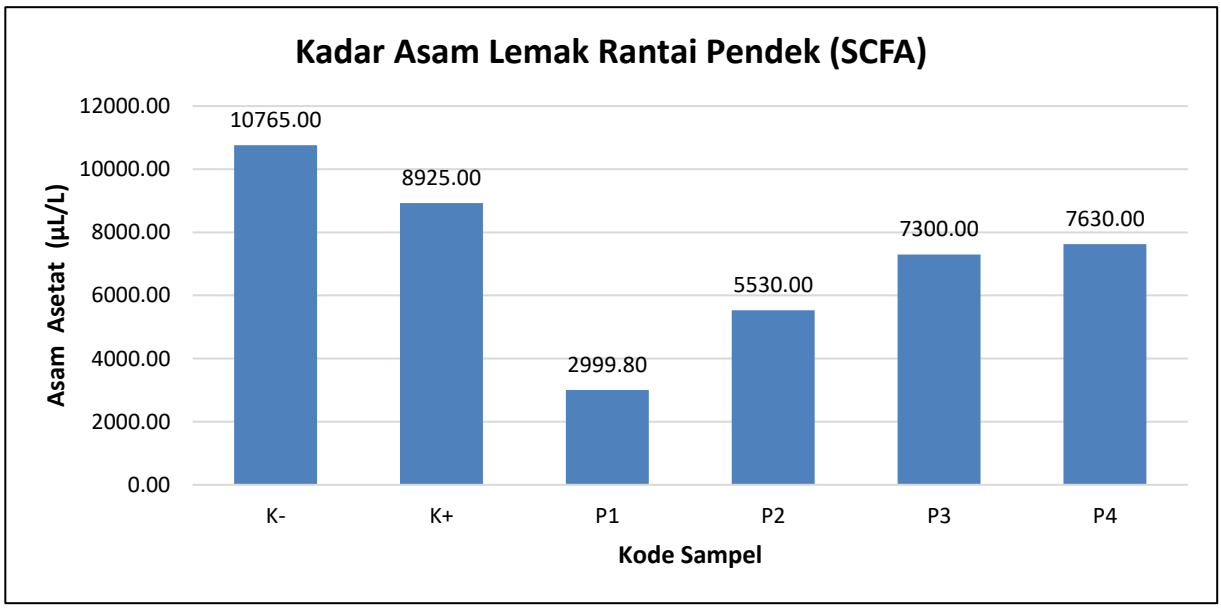
Keterangan : data kadar BAL tiap kelompok, hanya menggunakan satu sampel tikus yang diambil secara acak dari tiap kelompok (n=1) sehingga nilai yang diperoleh bukan nilai rata-rata.
Kode sampel : K- (tikus sehat , pakan standar), K+ (tikus sindrom metabolik, pakan standar), dan P1,P2,P3,dan P4) merupakan kelompok tikus sindrom metabolik dengan pakan substitusi growol masing-masing P1 (growol 25% : maizena 75%), P2 (growol 50% : maizena 50%), P3 (growol 75% : maizena 75%), P4 (growol 100% : maizena 0%)

Gambar 2. Pengaruh Growol pada Kadar BAL Sekum

Pada kelompok perlakuan terdapat indikasi kadar BAL tertinggi adalah kelompok P2 (growol 50% : maizena 50%) . Hal ini menunjukkan bahwa growol sebagai pangan sinbiotik dan maizena atau pati jagung yang mengandung pati resisten pada formulasi tersebut dapat menyebabkan pertumbuhan probiotik BAL secara maksimal. Pati (terutama bentuk resisten) berperan sebagai prebiotik karena tidak tercerna di usus halus dan difermentasi di sekum/usus besar, sehingga memodulasi komposisi mikrobiota dan mendukung pertumbuhan bakteri probiotik serta produksi SCFA. Berbagai jenis pati resisten (misalnya pati jagung tinggi amilosa) termasuk dalam kelompok prebiotik yang difermentasi mikrobiota usus menjadi asetat, propionat, dan butirat, menurunkan pH lumen dan menggeser gutmikrobiota ke arah bakteri menguntungkan seperti *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*.Disebutkan juga bahwa konsumsi pati jagung tinggi amilosa meningkatkan proporsi *Lactobacillus* (probiotik komensal) dan *Terrisporobacter*, serta menurunkan *Streptococcus* yang berpotensi patogen pada sekum hewan coba ((Fusco *et al.*, 2023; O'Riordan *et al.*, 2022)

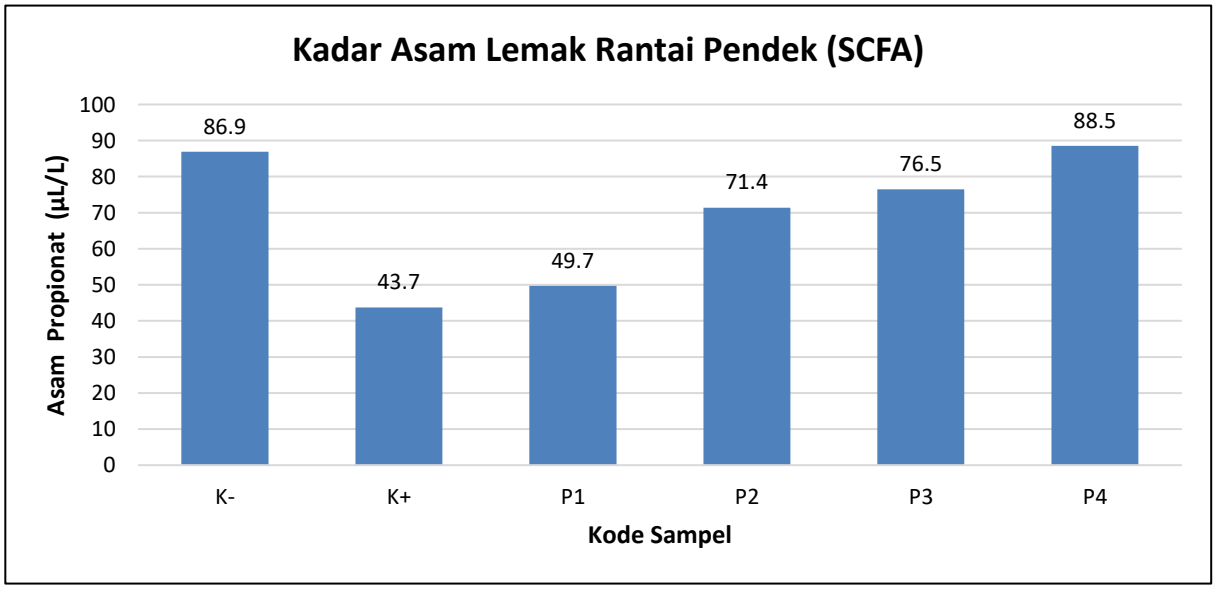
Pengaruh growol terhadap SCFA

Pengaruh growol terhadap SCFA seperti tampak pada Gambar 4-6 dengan keterangan kode sampal : K- (tikus sehat , pakan standar), K+ (tikus sindrom metabolik, pakan standar), dan P1,P2,P3,dan P4 merupakan kelompok tikus sindrom metabolik dengan pakan substitusi growol masing-masing P1 (growol 25% : maizena 75%), P2 (growol 50% : maizena 50%), P3 (growol 75% : maizena 75%), P4 (growol 100% : maizena 0%)



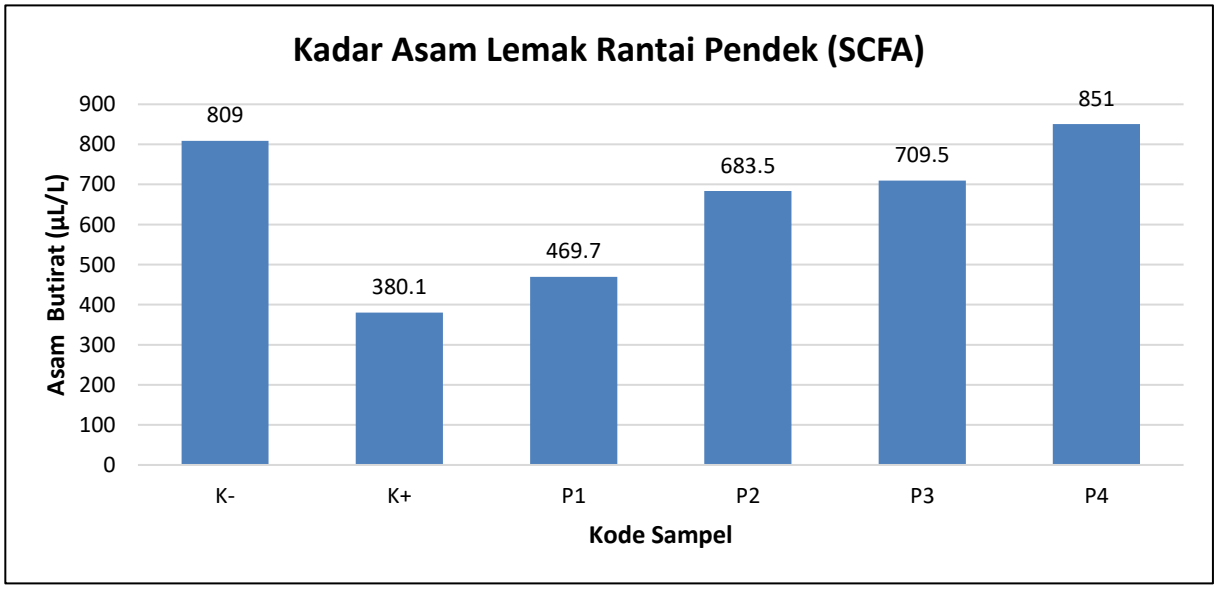
Keterangan : data kadar SCFA tiap kelompok, hanya menggunakan satu sampel tikus yang diambil secara acak dari tiap kelompok (n=1) sehingga nilai yang diperoleh bukan nilai rata-rata.

Gambar 4. Pengaruh Growol pada Kadar SCFA Asam Asetat



Keterangan : data kadar SCFA tiap kelompok, hanya menggunakan satu sampel tikus yang diambil secara acak dari tiap kelompok (n=1) sehingga nilai yang diperoleh bukan nilai rata-rata.

Gambar 5.Pengaruh Growol pada Kadar SCFA Asam Propionat



Keterangan : data kadar BAL dan SCFA tiap kelompok, hanya menggunakan satu sampel tikus yang diambil secara acak dari tiap kelompok (n=1) sehingga nilai yang diperoleh bukan nilai rata-rata.

Gambar 6. Pengaruh Growol pada Kadar SCFA Asam Butirat

Berbagai kelompok bakteri komensal diketahui dominan sebagai produsen SCFA. Butirat: banyak dihasilkan anggota famili *Lachnospiracea***e** dan *Ruminococcaceae*. Asetat & propionat dihasilkan oleh *Bifidobacterium* (misalnya *B. adolescentis*) dan beberapa *Bacteroides* seperti *Bacteroides fragilis* (O'Riordan *et al.*, 2022). Sejumlah strain *Lactobacillus/Lacticaseibacillus* juga mampu menghasilkan butirat dalam jumlah bermakna (misalnya *L. paracasei* SD1 dan *L. rhamnosus* SD11) dan menunjukkan efek antimikroba serta imunomodulator ((Thananimit, Pahumunto and Teanpaisan, 2022). Hasil penelitian ini menunjukkan indikasi atau kecenderungan bahwa pada kelompok tikus sindrom metabolik kadar SCFA (kecuali asam asetat) semakin meningkat dengan semakin banyak proporsi growol dalam pakan . Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak growol yang dikonsumsi semakin mendukung pertumbuhan probiotik penghasil SCFA berkaitan dengan sifat growol sebagai pangan prebiotik. Penelitian growol sebelumnya menunjukkan skor aktivitas prebiotik growol terhadap *Lactobacillus sp* dan *E Coli* setelah 48 jam sebesar 1,06. Nilai ini di atas skor prebiotik dextrin (0,61) dan singkong (0,70) tetapi di bawah skor prebiotik FOS sebesar 8,56. Sifat prebiotik growol ini yang akan menstimulasi pertumbuhan bakteri penghasil SCFA seperti BAL (berbagai *Lactobacillus*), *Bifidobacterium, Ruminococcaceae,* dan *Akkermansia* di usus besar .

Kadar SCFA propionat dan butirat pada hewan coba sehat dengan pakan standar (maizena 100%) menunjukkan kecenderungan yang relatif sama dengan hewan coba sindrom metabolik yang diberi pakan growol 100%. Hal ini menunjukkan potensi growol sebagai pangan prebiotik yang akan meningkatkan kualitas homeostatis tubuh khususnya pada kondisi sindrom metabolik. Kadar SCFA asetat pada tikus K (+) dan K(-) yang diberi pakan standar menunjukkan kecenderungan

lebih besar dibandingkan dengan tikus P1,P2,P3 dan P4 yang diberi pakan substitusi growol. Dapat diduga bahwa maizena pada pakan standar menstimulasi pertumbuhan probiotik khususnya dari kelompok *Bifidobacterium* (misalnya *B. adolescentis*) dan beberapa *Bacteroides* seperti *Bacteroides fragilis*

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pakan growol memberikan pengendalian berat badan yang lebih baik pada tikus model sindrom metabolik. Pakan P2 (growol 50% : maizena 50%) menunjukkan kecenderungan jumlah BAL sekum tertinggi. Semakin banyak growol dalam pakan menunjukkan indikasi atau kecenderungan meningkatkan kadar SCFA propionat dan butirat pada tikus model sindrom metabolik.

Saran

Untuk penelitian sejenis perlu dilakukan pengukuran jumlah pakan yang dikonsumsi dan panjang badan hewan coba untuk memperoleh data yang lebih lengkap berkaitan dengan berat badan, kondisi obesitas, kadar BAL sekum dan SCFA

Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan penelitian ini adalah data kadar BAL dan SCFA tiap kelompok, hanya menggunakan satu sampel tikus yang diambil secara acak dari tiap kelompok (n=1) sehingga nilai yang diperoleh bukan nilai rata-rata.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Habsi, N., Al-Khalili, M., Haque, S., Elias, M., Olqi, N. and Uraimi, T. (2024) 'Health benefits of prebiotics, probiotics, synbiotics, and postbiotics', *Nutrients*, 16(22), p. 3955. doi: https://doi.org/10.3390/nu16223955.

Al Maimani, B. et al. (2026) 'The global prevalence of metabolic syndrome in adults and its association with lifestyle factors: a systematic review and meta-analysis', *Cureus*, 18(3).

Bermúdez-Humarán, L., Chassaing, B. and Langella, P. (2024) 'Exploring the interaction and impact of probiotic and commensal bacteria on vitamins, minerals and short chain fatty acids metabolism', *Microbial Cell Factories*, 23. doi: https://doi.org/10.1186/s12934-024-02449-3.

Blaak, E. et al. (2020) 'Short chain fatty acids in human gut and metabolic health', *Beneficial Microbes*, pp. 1–46. doi: https://doi.org/10.3920/BM2020.0057.

Cong, J., Zhou, P. and Zhang, R. (2022) 'Intestinal microbiota-derived short chain fatty acids in host health and disease', *Nutrients*, 14(9), p. 1977. doi: https://doi.org/10.3390/nu14091977.

Das, T., Pradhan, S., Chakrabarti, S., Mondal, K. and Ghosh, K. (2022) 'Current status of probiotic and related health benefits', *Applied Food Research*, 2, p. 100185. doi: https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100185.

Du, Y. et al. (2024) 'The role of short chain fatty acids in inflammation and body health', *International Journal of Molecular Sciences*, 25(13), p. 7379. doi: https://doi.org/10.3390/ijms25137379.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and World Health Organization (WHO) (2002) *Guidelines for the evaluation of probiotics in food*. Report of a Joint FAO/WHO Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food, 30 April–1 May 2002, London, Ontario, Canada. London: FAO/WHO.

Fu, J., Wang, Y., Tan, S. and Wang, J. (2021) 'Effects of banana resistant starch on the biochemical indexes and intestinal flora of obese rats induced by a high-fat diet and their correlation analysis', *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 9, p. 575724. doi: https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.575724.
Fusco, W. et al. (2023) 'Short-chain fatty-acid-producing bacteria: key components of the human gut microbiota', *Nutrients*, 15(9), p. 2211. doi: https://doi.org/10.3390/nu15092211.
Giles, E.D., Jackman, M.R. and MacLean, P.S. (2016) 'Modeling diet-induced obesity with obesity-prone rats: implications for studies in female', *Frontiers in Nutrition*, 3, p. 50. doi: https://doi.org/10.3389/fnut.2016.00050.
Goyache, I., Yavorov-Dayliev, D., Milagro, F. and Aranaz, P. (2024) 'Caenorhabditis elegans as a screening model for probiotics with properties against metabolic syndrome'.
Gunawan, S., Aulia, A. and Soetikno, V. (2021) 'Development of rat metabolic syndrome models: a review', *Veterinary World*, 14(7), pp. 1774–1783. doi: https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.1774-1783.
Hays, K., Pfaffinger, J. and Ryznar, R. (2024) 'The interplay between gut microbiota, short-chain fatty acids, and implications for host health and disease', *Gut Microbes*, 16, p. 2393270. doi: https://doi.org/10.1080/19490976.2024.2393270.
Hidayati, L., Widodo, A. and Hidayat, B. (2020) 'Animal models with metabolic syndrome markers induced by high fat diet and fructose', *Medical Laboratory Technology Journal*, 6(1). doi: https://doi.org/10.31964/mltj.v6i1.266.
Ismael, M. et al. (2022) 'Probiotic of Lactiplantibacillus plantarum NWAFU-BIO-BS29 isolated from Chinese traditional fermented milk and its potential therapeutic applications based on gut microbiota regulation', *Foods*, 11(23), p. 3766. doi: https://doi.org/10.3390/foods11233766.
Laue, C., Papazova, E., Pannenbeckers, A. and Schrezenmeir, J. (2023) 'Effect of a probiotic and a synbiotic on body fat mass, body weight and traits of metabolic syndrome in individuals with abdominal overweight: a human, double-blind, randomised, controlled clinical study', *Nutrients*, 15(13), p. 3039. doi: https://doi.org/10.3390/nu15133039.
Lestari, G.P., Puspaningtyas, D.E., Sari, P.M., Styaningrum, S.D. and Sucipto, A. (2024) 'Skor aktivitas prebiotik tepung growol terhadap Lactobacillus bulgaricus, Streptococcus thermophilus, dan Lactobacillus acidophilus dibanding Escherichia coli', *Ilmu Gizi Indonesia*, 7(2).
Li, H. et al. (2021) 'Effects and mechanisms of probiotics, prebiotics, synbiotics, and postbiotics on metabolic diseases targeting gut microbiota: a narrative review', *Nutrients*, 13(9), p. 3211. doi: https://doi.org/10.3390/nu13093211.
Liao, C., Chen, S., Chen, Y., Huang, C., Pan, R. and Yen, G. (2025) 'Characterization of a novel type 4 resistant starch from tapioca and its obesity-preventive effects through gut microbiota modulation in high-fat diet-treated mice', *International Journal of Biological Macromolecules*, article 139577. doi: https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.139577.
Lu, Y., Li, Y., Sun, Y., [author initials unavailable], Zhang, K., Tang, X. and Chen, A. (2021) 'Differences in energy metabolism and mitochondrial redox status account for the differences in propensity for developing obesity in rats fed on high-fat diet', *Food Science & Nutrition*, 9, pp. 1603–1613. doi: https://doi.org/10.1002/fsn3.2134.
Maftei, N. et al. (2024) 'The potential impact of probiotics on human health: an update on their health-promoting properties', *Microorganisms*, 12(2), p. 234. doi: https://doi.org/10.3390/microorganisms12020234.
Maharini, F.S., Lubijarsih, M.A. and Poddar, S. (2023) 'Standardization of Growol processing and the effect of different processing processes on the potential of Growol as functional food',

Research Journal of Pharmacy and Technology, 16, pp. 615–620. doi: https://doi.org/10.52711/0974-360X.2023.00105.
Markowiak-Kopeć, P. and Śliżewska, K. (2020) 'The effect of probiotics on the production of short-chain fatty acids by human intestinal microbiome', *Nutrients*, 12(4), p. 1107. doi: https://doi.org/10.3390/nu12041107.
O'Riordan, K. et al. (2022) 'Short chain fatty acids: microbial metabolites for gut-brain axis signalling', *Molecular and Cellular Endocrinology*, 546, p. 111572. doi: https://doi.org/10.1016/j.mce.2022.111572.
Portincasa, P. et al. (2022) 'Gut microbiota and short chain fatty acids: implications in glucose homeostasis', *International Journal of Molecular Sciences*, 23(3), p. 1105. doi: https://doi.org/10.3390/ijms23031105.
Reeves, P.G., Nielsen, F.H. and Fahey, G.C. Jr. (1993) 'AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet', *The Journal of Nutrition*, 123(11), pp. 1939–1951. doi: https://doi.org/10.1093/jn/123.11.1939.
Rodríguez-Pastén, A. et al. (2022) 'The activity of prebiotics and probiotics in hepatogastrointestinal disorders and diseases associated with metabolic syndrome', *International Journal of Molecular Sciences*, 23(13), p. 7229. doi: https://doi.org/10.3390/ijms23137229.
Rosnah, R. et al. (2022) 'The formulation and evaluation of high-fat pellet on lipid profiles and body mass index of male Wistar rats', *Iraqi Journal of Pharmaceutical Sciences*, 31(1), pp. 285–292. doi: https://doi.org/10.31351/vol31iss1pp285-292.
Salsabila, D.M., Maryusman, T., Fatmawati, I. et al. (2020) 'Pengaruh sinbiotik kefir tepung pisang batu (Musa balbisiana) terhadap kadar glukosa darah tikus sindrom metabolik', *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia*, 7(1), pp. 18–27.
Sari, P.M. and Puspaningtyas, D.E. (2019) 'Skor aktivitas prebiotik growol (makanan fermentasi tradisional dari singkong) terhadap Lactobacillus sp. dan Escherichia coli', *Ilmu Gizi Indonesia*, 2(2), pp. 101–106.
Srikanthan, K., Feyh, A., Visweshwar, H., Shapiro, J.I. and Sodhi, K. (2016) 'Systematic review of metabolic syndrome biomarkers: a panel for early detection, management, and risk stratification in the West Virginian population', *International Journal of Medical Sciences*, 13, pp. 25–38. doi: https://doi.org/10.7150/ijms.13800.
Ter Horst, K.W. and Serlie, M.J. (2017) 'Fructose consumption, lipogenesis, and non-alcoholic fatty liver disease', *Nutrients*, 9(9), p. 981. doi: https://doi.org/10.3390/nu9090981.
Thananimit, S., Pahumunto, N. and Teanpaisan, R. (2022) 'Characterization of short chain fatty acids produced by selected potential probiotic Lactobacillus strains', *Biomolecules*, 12(12), p. 1829. doi: https://doi.org/10.3390/biom12121829.
van Namen, M., Prendergast, L. and Peiris, C. (2019) 'Supervised lifestyle intervention for people with metabolic syndrome improves outcomes and reduces individual risk factors of metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis', *Metabolism*, 101, p. 153988.
Wellington, M., Adams, S., Lee, J., Agyekum, A. and Woyengo, T. (2025) 'Dietary inclusion of high-amylose cornstarch increased Lactobacillus and Terrisporobacter and decreased Streptococcus in the cecal digesta of weanling pigs', *Journal of Animal Science*, 103. doi: https://doi.org/10.1093/jas/skaf008.
Werndle, V.V., Stefanovic, J. and Reljic, D. (2026) 'Comparative effects of diet, exercise, and pharmacotherapy on metabolic syndrome severity in overweight and obese cohorts: a systematic review and meta-analysis', *Nutrients*, 18(3), p. 473.

Xiong, R. et al. (2022) 'Health benefits and side effects of short-chain fatty acids', *Foods*, 11(18), p. 2863. doi: https://doi.org/10.3390/foods11182863.
Xu, T. et al. (2021) 'Tuber flours improve intestinal health and modulate gut microbiota composition', *Food Chemistry: X*, 12, p. 100145. doi: https://doi.org/10.1016/j.fochx.2021.100145.
Yoo, S., Jung, S., Kwak, K. and Kim, J. (2024) 'The role of prebiotics in modulating gut microbiota: implications for human health', *International Journal of Molecular Sciences*, 25(9), p. 4834. doi: https://doi.org/10.3390/ijms25094834.
You, S. et al. (2022) 'The promotion mechanism of prebiotics for probiotics: a review', *Frontiers in Nutrition*, p. 1000517. doi: https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1000517.