



Ghidza: Jurnal Gizi dan Kesehatan

Volume 8 No 2 (2024): 185-191

P-ISSN: 2615-2851 E-ISSN: 2622-7622

Published by Tadulako University

Journal homepage: <http://jurnal.fkm.untad.ac.id/index.php/ghidza/index>

DOI: <https://doi.org/10.22487/ghidza.v8i2.1709>

Efektivitas Pemberian *Cookies Growol* terhadap Profil Digesta Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Jantan yang Diinduksi Diabetes Melitus Tipe 2

Effect of Growol Cookies on The Digestive Profile of Male Rats (*Rattus norvegicus*) Induced With Type 2 Diabetes Mellitus

Eta Hosana^{1*}, Desty Ervira Puspaningtyas¹, Puspita Mardika Sari¹,
Adi Sucipto², Silvia Dewi Styaningrum¹

Correspondensi e-mail: etahosanas@gmail.com

¹Program Studi Gizi Program Sarjana, Universitas Respati Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

²Program Studi Keperawatan Program Sarjana, Universitas Respati Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

ABSTRAK

Indonesia menempati peringkat ke-5 dengan jumlah penyandang diabetes mellitus (DM) sekitar 19,5 juta orang dan diprediksikan akan meningkat menjadi 28,6 juta pada tahun 2045. Lebih dari 90% kasus DM merupakan DM tipe 2. Pengendalian kadar glukosa darah dan perbaikan sensitivitas insulin dapat dilakukan dengan konsumsi makanan tinggi serat pangan. Serat pangan mampu memperbaiki profil digesta yang akan berefek pada kontrol glukosa darah. Salah satu produk tinggi serat pangan adalah *cookies growol*. Penelitian ini bertujuan meninjau efektivitas *cookies growol* sebagai produk pangan tinggi serat terhadap profil digesta (pH, kadar air, dan berat digesta) tikus DM. Penelitian *true-experimental* praklinik hewan coba dengan rancangan *pre-posttest control group* menggunakan 10 tikus jantan *Sprague-Dawley* yang diinduksi DM Tipe 2 dan dibagi menjadi 2 kelompok. Kelompok pertama (K1) tidak diberikan intervensi sedangkan kelompok kedua (K2) diberikan intervensi *cookies growol* sebagai selingan pakan selama 28 hari. Setelah 28 hari, tikus diterminasi menggunakan ketamin kemudian dilakukan pengambilan digesta. Pengujian pH, kadar air, dan berat digesta menggunakan pH meter, oven pengering, dan timbangan analitik. Uji efektivitas pemberian *cookies growol* terhadap profil digesta dilakukan menggunakan *Independent Sample T-Test*. Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan pada berat digesta antara kelompok K1 (2.55 ± 0.28 gram) dengan kelompok K2 (2.49 ± 0.35 gram) ($p=0,785$). Pengaruh nyata terdapat pada kadar air digesta antara kelompok K1 ($44.47 \pm 1.74\%$) dengan kelompok K2 ($51.51 \pm 0.91\%$) ($p<0,001$) dan pH digesta antara kelompok K1 (6.13 ± 0.02) dengan kelompok K2 (6.18 ± 0.02) ($p=0,015$). Kesimpulan dari penelitian ini adalah *cookies growol* terbukti meningkatkan kadar air dan mempertahankan pH digesta dalam kondisi asam, namun tidak signifikan untuk meningkatkan berat digesta.

ABSTRACT

Indonesia ranks 5th with 19.5 million people suffering from diabetes mellitus and more than 90% of cases are type 2 DM, with the number expected to rise to 28.6 million by 2045. High-fiber diets can improve insulin sensitivity and help regulate blood sugar levels. Growol cookies, a high-fiber product, can enhance blood glucose control by improving the digesta profile. This study aims to review the effectiveness of growol cookies as a high-fiber food product on the digesta profile (pH, moisture content, and digesta weight) of diabetic rats. The true-experimental preclinical animal study with a pre-posttest control group design used 10 male Sprague-Dawley

INFO ARTIKEL

ORIGINAL RESEARCH

Submitted: 22 11 2024

Accepted: 02 12 2024

Kata Kunci:

Diabetes Melitus, Cookies Growol, Serat, Profil Digesta

Copyright (c) 2024 Authors.

Akses artikel ini secara online



Quick Response Code



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.

rats induced with Type 2 DM and divided into 2 groups. The first group (K1) received no intervention, while the second group (K2) was given growol cookies as a snack for 28 days. After 28 days rats were euthanized using ketamine to collect the digesta. The pH, moisture content, and weight digesta were tested using a pH meter, oven drying, and analytical balance. Growol cookies' effectiveness on digesta profile was tested using an Independent Sample T-Test. The research results show the study found no significant difference in digesta weight between two groups K1 (2.55 ± 0.28 grams), and K2 (2.49 ± 0.35 grams) ($p=0.785$). Significant affects were observed in moisture level K1 ($44.47 \pm 1.74\%$) between K2 ($51.51 \pm 0.91\%$) ($p<0.001$), and pH K1 (6.13 ± 0.02) between K2 (6.18 ± 0.02) ($p=0.015$). The conclusion of this research is that growol cookies have been proven to increase moisture content and maintain digesta pH under acidic conditions, but they do not significantly increase digesta weight.

Keywords: *Diabetes Mellitus, Growol Cookies, Dietary Fiber, Digesta Profile*

PENDAHULUAN

Diabetes melitus atau DM merupakan kelompok penyakit metabolik yang ditandai dengan hiperglikemia kronis akibat kerusakan sekresi hormon insulin, gangguan hormon insulin, maupun keduanya (Darenskaya et al., 2021). Berdasarkan International Diabetes Federation (IDF) Atlas 10th Edition tahun 2021, penyandang diabetes secara global sebanyak 537 juta orang dewasa (usia 20-79 tahun) dan diperkirakan akan meningkat menjadi 783 juta pada tahun 2045. Indonesia menempati peringkat ke-5 dengan jumlah penyandang diabetes sekitar 19,5 juta orang dan diprediksi akan meningkat di tahun 2045 menjadi 28,6 juta orang (IDF, 2021). Lebih dari 90% kasus diabetes melitus merupakan jenis DMT2 atau diabetes melitus tipe 2 (Galicia-Garcia et al., 2020).

Diabetes melitus tipe 2 berkaitan dengan resistensi insulin atau penurunan sensitivitas terhadap insulin (Laily et al., 2022). Resistensi insulin adalah ketidakmampuan tubuh untuk menggunakan insulin secara efisien dalam melakukan metabolisme glukosa sehingga menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah (Adikila et al., 2024). Kadar glukosa darah yang tidak stabil, menjadi penyebab berbagai komplikasi dan keparahan penyakit diantaranya, ketoasidosis diabetikum, amputasi, hipertensi, gagal ginjal kronik, hingga merujuk pada kematian (Intan et al., 2022). Dampak DM Tipe 2 pada sistem organ disebutkan menyebabkan komplikasi lainnya, yaitu komplikasi mikrovaskular seperti nefropati, neuropati dan komplikasi makrovaskular berupa stroke dan serangan jantung (Aini et al., 2020). Selain komplikasi yang dapat menyebabkan kematian, dalam penanganannya penyakit diabetes melitus membutuhkan biaya perawatan yang tidak sedikit dan waktu pengobatan yang cukup lama sehingga berdampak pada perekonomian keluarga (Aulia et al., 2022).

Berdasarkan dampak diabetes maka tindakan preventif perlu dilakukan untuk mencegah komplikasi dan mengurangi keparahan penyakit. Penanganan dapat dimulai dengan melakukan kontrol terhadap kadar glukosa darah. Pengendalian kadar glukosa darah dan perbaikan sensitivitas insulin dapat dilakukan dengan konsumsi serat pangan yang tinggi, pati resisten atau *resistant starch*, dan pangan dengan indeks glikemik (IG) rendah (Afifah et al., 2020). Mengonsumsi makanan dengan serat pangan yang tinggi dan pati resisten dapat mengurangi kadar glukosa darah postprandial dan meningkatkan sensitivitas insulin (Puspaningtyas, Sari, et al., 2024b). Peningkatan konsumsi serat pangan juga mempengaruhi kadar profil lipid, menurunkan kadar hemoglobin terglukosilasi (HbA1c), absorpsi kolesterol, dan mampu meningkatkan viskositas digesta (Puspaningtyas et al., 2019).

Efek konsumsi serat terhadap profil digesta secara tidak langsung dapat dilihat dari mekanisme fungsi serat terhadap profil lipid. Kadar serat pangan mempengaruhi kadar profil lipid salah satunya adalah kolesterol. Peran serat pangan dalam menurunkan kadar kolesterol dengan mengikat asam empedu yang dihasilkan oleh kolesterol di dalam hati untuk kemudian dibuang bersama feses. Kolesterol di usus akan diikat oleh serat pangan sehingga terjadi penambahan kolesterol di dalam usus dan sekum (Masoa et al., 2023). Pemfermentasian serat larut dapat sekum oleh bakteri anaerob menghasilkan asam lemak rantai pendek atau *short chain fatty acid* (SCFA) yang akan mempengaruhi pH kolon, sedangkan serat tak larut dapat mengikat air sehingga meningkatkan berat feses atau digesta dan tidak dapat diserap akibatnya sebagian besar dikeluarkan secara utuh (Senditya et al., 2014).

Pangan yang memiliki kandungan serat tinggi salah satunya adalah growol. Growol adalah makanan tradisional asal Kulonprogo, Yogyakarta yang berbahan baku singkong dengan proses fermentasi spontan (direndam di dalam air), kemudian dikukus dan dicetak menjadi growol (Sari & Puspaningtyas, 2019). Proses fermentasi tersebut meningkatkan kadar serat pangan dan menghambat daya cerna pati sehingga menyebabkan penurunan indeks glikemik pada growol (Puspaningtyas et al., 2020a; Styaningrum et al., 2024). Pengembangan produk pangan berbahan dasar growol sudah banyak dilakukan salah satunya berupa *cookies growol*. *Cookies growol* dibuat menggunakan tepung growol

dengan kandungan serat yang cukup tinggi dan merupakan prebiotik alami yang dapat menjaga kesehatan dan keseimbangan mikrobiota usus sehingga berperan dalam mendukung keseimbangan ekosistem yang sehat pada usus (Lestari et al., 2024). Serat pangan yang terkandung pada 100 g *cookies growol* yaitu 10,35% yang terdiri atas serat pangan tidak larut air 9,66% dan serat pangan larut air 0,69% (Puspaningtyas et al., 2020b).

Beberapa penelitian sudah dilakukan terhadap *cookies growol* diantaranya pengkajian indeks glikemik *cookies growol* sebagai alternatif makanan selingan untuk pasien diabetes (Puspaningtyas et al., 2020b), modifikasi *cookies growol* untuk mengkaji pengaruhnya terhadap rasa kenyang dan glukosa darah sebagai alternatif makanan sehat dalam rangka pencegahan obesitas (Puspaningtyas, Sucipto, et al., 2024) serta analisis warna dan tekstur *cookies growol* (Puspaningtyas, Sari, et al., 2024a) dan penambahan serat pangan dalam bentuk inulin pada *cookies growol* untuk menilai indeks glikemik, kadar proksimat, warna, dan tekstur (Puspaningtyas et al., 2022; Sari et al., 2023; Styaningrum et al., 2023). Sejauh ini belum pernah dilakukan penelitian yang menggunakan hewan coba untuk mengkaji efek serat *cookies growol* secara langsung. Serat yang terdapat pada *cookies growol* diduga mampu memperbaiki profil digesta, berdasarkan latar belakang tersebut dilakukan penelitian yang bertujuan untuk meninjau efektivitas *cookies growol* sebagai pengembangan produk pangan yang tinggi serat terhadap profil digesta (pH, kadar air, berat digesta) pada tikus putih jantan dalam kondisi DM.

METODE

Studi ini dilakukan di Laboratorium Gizi Pusat Studi Pangan dan Gizi (PSPG) UGM Yogyakarta pada bulan Juli hingga September 2024. Penelitian ini merupakan penelitian *true experimental* praklinik pada hewan coba dengan rancangan *pre-posttest control group* untuk menganalisis efek konsumsi *cookies growol* terhadap profil digesta pada tikus putih jantan galur *Sprague-Dawley*.

Bahan baku utama dari penelitian ini adalah tepung growol untuk membuat *cookies growol*. Tepung growol yang digunakan dibuat dari growol yang dikeringkan dalam *cabinet dryer* dengan suhu 80°C selama 8 jam, kemudian dijadikan tepung dan diayak menggunakan ayakan ukuran 60 *mesh*. Cara pembuatan tepung growol dirujuk dari penelitian sebelumnya (Lestari et al., 2024; Puspaningtyas et al., 2019). Bahan yang digunakan selain tepung growol adalah tepung terigu, tepung maizena, *baking powder*, mentega, kuning telur, gula non-kalori dan susu skim. Peralatan yang digunakan dalam pembuatan *cookies growol* diantaranya adalah *mixer*, spatula, sendok, cetakan *cookies*, timbangan digital makanan, loyang, *oven*, dan toples untuk wadah penyimpanan *cookies*. Pembuatan *cookies growol* dirujuk dari penelitian sebelumnya (Puspaningtyas et al., 2020b).

Subjek pada penelitian ini menggunakan 10 tikus jantan galur *Sprague-Dawley* yang didapatkan dari Pusat Studi Pangan dan Gizi (PSPG) UGM Yogyakarta. Pemeliharaan hewan coba dilakukan di Kandang Tikus Percobaan Laboratorium Gizi PSPG UGM Yogyakarta. Tikus dikandangkan secara individu, ventilasi ruang pemeliharaan cukup, kelembapan relatif ruang pemeliharaan berkisar 50-60% dengan suhu antara 27-29°C dan siklus gelap-terang masing-masing sebanyak 12 jam. Pembersihan kandang tikus dilakukan setiap hari.

Setelah diaklimatisasi selama 7 hari, tikus dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok yang diinduksi DM (K1) dan kelompok yang diinduksi DM dan diberikan *cookies growol* (K2). Setiap kelompok dikondisikan agar mengalami DM dengan cara diberikan *High Fat Diet* (HFD) selama tiga minggu dan diikuti dengan injeksi nikotinamide sebanyak 110 mg/kgBB yang dilanjutkan dengan injeksi streptozotocin 45 mg/kgBB setelah diberikan jeda 15 menit. Kelompok K1 diberikan diet standar dan tidak diberikan intervensi, sedangkan kelompok K2 diberikan diet standar dan intervensi dalam bentuk pemberian *cookies growol* setiap hari sebagai selingan pakan sebanyak 1,62 g per 200 g berat badan hewan coba dengan menggunakan sonde. Waktu intervensi dilakukan selama 28 hari. Pemberian pakan secara *ad libitum*, formulasi pakan tikus mengacu pada diet standar AIN 93-M (Reeves et al., 1993) dan sisa pakan ditimbang setiap hari.

Tiga hari setelah proses induksi diabetes, pengambilan darah dilakukan untuk mengetahui kadar glukosa darah hewan coba. Hewan coba dinyatakan mengalami DM ketika kadar glukosa darah >250 mg/dL. Setelah masa intervensi selesai, hewan coba dikorbankan menggunakan ketamin untuk selanjutnya dilakukan pembedahan untuk menganalisis profil digesta melalui pembedahan pada sekum. Analisis profil digesta meliputi berat digesta, kadar air digesta, serta pH digesta. Digesta hewan coba yang masih berada di sekum diambil dan ditimbang menggunakan timbangan analitik untuk melihat berat digesta dan selanjutnya diukur pHnya menggunakan pH meter. Pengukuran kadar air dilakukan dengan mengeringkan sampel digesta menggunakan oven, setelah dikeringkan sampel akan ditimbang untuk mendapatkan berat sampel yang kering untuk kemudian dihitung kadar airnya. Analisis data menggunakan *software* SPSS, yang dimulai dengan pengujian distribusi data

menggunakan Uji *Saphiro-Wilk*. Uji normalitas data menyimpulkan bahwa data terdistribusi normal dengan nilai signifikansi masing-masing variabel $p > 0,05$. Uji *Independent Sample T-Test* dengan nilai α sebesar 5% digunakan untuk menganalisis data sisa pakan dan membandingkan profil digesta kedua kelompok hewan coba.

KODE ETIK KESEHATAN

Surat layak etik sudah didapatkan untuk studi penelitian ini dari komisi etik penelitian kesehatan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Respati Yogyakarta dengan surat No. 092.3/FIKES/PL/VII/2024.

HASIL

Selama masa intervensi, dilakukan penimbangan sisa pakan untuk mengetahui jumlah pakan yang dikonsumsi oleh hewan coba. Tabel 1 menyajikan data sisa pakan kelompok K1 dan kelompok K2.

Tabel 1. Data Sisa Pakan Hewan Coba

Kelompok	Mean \pm SD	%	<i>p</i>
K1	0,57 \pm 0,16	3,8	0,001*
K2	1,91 \pm 0,63	12,73	

K1= kelompok hewan coba dengan induksi DM

K2= kelompok hewan coba dengan induksi DM + intervensi *cookies growol*

* signifikan pada $p < 0,05$

Konsumsi serat pangan dapat dikaji dengan menganalisis profil digesta. Perbandingan terhadap berat, kadar air, dan pH digesta antara kedua subjek penelitian dapat menggambarkan efek dari serat yang dikonsumsi. Sumber serat yang diberikan adalah *cookies growol* sebagai selingan pakan kepada salah satu subjek. Hasil analisis profil digesta hewan coba dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil analisis data menyimpulkan bahwa terhadap berat digesta antara tikus kelompok K1 (DM) dengan tikus kelompok K2 (DM + *Cookies Growol*) tidak terdapat pengaruh yang signifikan ($p = 0,785$). Pengaruh yang signifikan atau nyata terdapat pada kadar air digesta ($p < 0,001$) dan pH digesta ($p = 0,015$) antara kelompok tikus DM dan tikus DM dengan selingan *cookies growol*.

Tabel 2. Perbandingan Profil Digesta Hewan Coba

Profil Digesta	K1	K2	<i>p</i>
	Mean \pm SD	Mean \pm SD	
Berat (gram)	2,55 \pm 0,28	2,49 \pm 0,35	0,785
Kadar air (%)	44,47 \pm 1,74	51,51 \pm 0,91	<0,001*
pH	6,13 \pm 0,02	6,18 \pm 0,02	0,015**

K1= kelompok hewan coba dengan induksi DM

K2= kelompok hewan coba dengan induksi DM + intervensi *cookies growol*

* signifikan pada $p < 0,001$

**signifikan pada $p < 0,05$

PEMBAHASAN

Pengujian efektivitas *cookies growol* terhadap profil digesta pada tikus dengan kondisi DM menunjukkan bahwa berat digesta antar kedua kelompok tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Hasil analisis statistik menunjukkan tidak terdapat peningkatan berat digesta pada tikus yang diberikan intervensi pangan tinggi serat. Berat digesta tikus K1 tanpa intervensi lebih tinggi dibandingkan dengan berat digesta kelompok tikus K2 yang diberikan intervensi *cookies growol*. Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya pada tikus DM yang diberi diet tinggi serat, bubur pisang dengan campuran *fibercreme* dan bubur pisang dengan Isomaltosa-oligosakarida terbukti dapat meningkatkan berat digesta tikus, dibandingkan dengan tikus yang diberikan diet bubur pisang dengan sukrosa karena kandungan serat pangan pada sukrosa lebih rendah (Marsono et al., 2020). Hal ini juga belum sesuai dengan teori yang menyebutkan bahwa kadar serat pangan yaitu serat tidak larut dapat meningkatkan berat feses atau digesta karena sebagian besar serat dikeluarkan secara utuh akibat tahan terhadap pencernaan di kolon (Senditya et al., 2014).

Perbedaan yang tidak nyata pada berat digesta antara kedua kelompok dapat dipengaruhi oleh jumlah konsumsi pakan, yang dapat dilihat dari sisa pakan. Berdasarkan hasil pengamatan, rata-rata sisa pakan hewan coba selama masa intervensi antar kelompok tikus K1 dan K2 berbeda ($p = 0,001$).

Sisa pakan tikus K1 sebanyak 0,57 g sedangkan pada tikus K2 1,91 g. Sisa pakan yang lebih banyak menunjukkan jumlah konsumsi pakan yang lebih sedikit. Jumlah konsumsi pakan yang sedikit adalah salah satu efek dari konsumsi serat. Serat yang dikonsumsi akan membentuk cairan kental pada saluran pencernaan dengan menahan air sehingga proses pencernaan di lambung membutuhkan waktu yang lama. Proses tersebut menyebabkan rasa kenyang yang lebih lama menjadikan asupan makanan yang masuk berkurang (Muhlshoh et al., 2024). Penelitian yang sama dilakukan pada tikus *Sprague-Dawley* dengan memberikan diet tepung konjak atau *konjac flour* tinggi serat menurunkan asupan makan pada tikus (Tan et al., 2017). Peningkatan berat digesta seharusnya sejalan dengan peningkatan kadar air pada kelompok tikus yang diberikan intervensi pangan tinggi serat yaitu cookies growol. Sifat serat yang mengikat air menambah konsistensi digesta dan mempengaruhi berat digesta. Hal ini dapat dikaji lebih lanjut terkait dengan faktor lain yang mempengaruhi berat digesta pada kelompok tikus tersebut, kemungkinan berasal dari konsumsi cairan harian maupun dari komposisi pangan yang diberikan pada hewan coba.

Kadar air pada digesta diketahui berbeda nyata antara kelompok tikus K1 dengan kelompok tikus K2 yang diberikan intervensi *cookies* growol. Kadar air digesta pada tikus DM dengan pemberian intervensi ditemukan lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelompok tikus yang tidak diberikan intervensi. Hal ini sudah sesuai dengan penelitian lain yang dilakukan terhadap tikus hiperkolesterol yang diberikan tepung buah pisang dan tepung daging buah pisang, kadar air digesta pada kelompok tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan tikus yang mendapatkan diet standar (Kusumawardani et al., 2019). Semakin banyak serat yang dikonsumsi, maka semakin besar kemampuan untuk mengikat air sehingga feses atau digesta lebih mudah dikeluarkan. Kemampuan serat dalam mengikat air juga menjadi mekanisme penurunan kadar glukosa di dalam darah dengan membentuk gel dan meningkatkan kekentalan makanan akibatnya proses pencernaan makanan menjadi lambat sehingga gula yang dipecah sedikit maka terdapat waktu untuk memperbaiki fungsi insulin hal inilah yang akan menjadi dasar penyembuhan penyakit diabetes (Dwiana Fitriani & Asih Setiari, 2024; Lianah et al., 2018).

Fermentasi serat pangan memproduksi SCFA (*Short Chain Fatty Acid*) yang menyebabkan penurunan pH karena aktivitas mikroflora usus. Pada penelitian ini kelompok tikus dengan pemberian *cookies* growol (pH=6,18) memiliki pH yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok tikus yang tidak mendapatkan *cookies* growol (pH=6,13), namun pH pada masing-masing kelompok masih tergolong dalam pH yang asam. pH yang rendah merefleksikan konsentrasi SCFA yang tinggi pada kolon, akibat fermentasi serat pangan oleh mikrobiota usus (Wangko, 2020). SCFA menurunkan kadar glukosa dalam darah dengan meningkatkan sensitivitas insulin (Billah et al., 2023).

KESIMPULAN

Pemberian *cookies* growol sebagai selingan yang mengandung serat pangan mempengaruhi profil digesta tikus DM. Cookies growol terbukti meningkatkan kadar air dan mempertahankan pH digesta dalam kondisi asam, namun tidak signifikan untuk meningkatkan berat digesta. Disarankan pada peneliti selanjutnya untuk menganalisis faktor-faktor lain yang mempengaruhi efek konsumsi cookies growol terhadap berat digesta, komposisi pangan yang diberikan, konsumsi pakan dan cairan pada hewan coba, perlakuan hewan coba, lingkungan tinggal, dll.

SUMBER DANA PENELITIAN: Dana penelitian ini didapatkan dari Pendanaan Hibah Penelitian Dasar Skema Fundamental tahun 2024, yang bersumber dari Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi dengan nomor kontrak 107/E5/PG.02.00.PL/2024.

UCAPAN TERIMA KASIH: Penulis menyampaikan terima kasih kepada bapak Yulianto atas bantuannya selama proses penelitian berlangsung dalam pemeliharaan hewan coba dan kepada seluruh pihak yang telah banyak berkontribusi dalam penelitian ini.

KONFLIK KEPENTINGAN: Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adikila, G. G., Keintjem, E. F. A., Dalengkade, S., Manus, M., Rasubala, M. K., & Siahaan, B. M. (2024). Analisis fitokimia dan farmakologi limbah tandan pisang goroho (*Musa acuminata* sp.) sebagai antidiabetes melitus tipe 2. *Jurnal MIPA*, 13(2), 57–61. <https://doi.org/10.35799/jm.v13i2.54634>
- Afifah, D. N., Sari, L. N. I., Sari, D. R., Probosari, E., Wijayanti, H. S., & Anjani, G. (2020). Analisis kandungan zat gizi, pati resisten, indeks glikemik, beban glikemik dan daya terima cookies tepung pisang kepok (*Musa paradisiaca*) termodifikasi enzimatis dan tepung kacang hijau (*Vigna*

- radiate). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 9(3), 101–107. <https://doi.org/10.17728/jatp.8148>
- Aini, F. N., Wicaksana, A. L., & Pangastuti, H. S. (2020). Tingkat risiko kejadian kardiovaskular pada penyandang diabetes melitus tipe 2. *Jurnal Persatuan Perawat Nasional Indonesia (JPPNI)*, 4(3), 182–192. <https://doi.org/10.32419/jppni.v4i3.191>
- Aulia, M., Ismonah, I., & Handayani, P. A. (2022). Hubungan tingkat stres dengan self management pada penderita diabetes mellitus tipe 2. *Jurnal Perawat Indonesia*, 6(3), 1223–1233. <https://doi.org/10.32584/jpi.v6i3.1913>
- Billah, M. M., Wiboworini, B., & Prayitno, A. (2023). Uji coba pemberian snack bars berbahan dasar tape ketan hitam sebagai sumber serat terhadap penurunan kadar glukosa darah puasa pasien diabetes melitus tipe 2. *Jurnal Penyakit Dalam Indonesia*, 10(4), 176–182. <https://doi.org/10.7454/jpdi.v10i4.1478>
- Darenskaya, M. A., Kolesnikova, L. I., & Kolesnikov, S. I. (2021). Oxidative stress: pathogenetic role in diabetes mellitus and its complications and therapeutic approaches to correction. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 171(2), 179–189. <https://doi.org/10.1007/s10517-021-05191-7>
- Dwiana Fitriani, S., & Asih Setiarini. (2024). Manfaat serat larut air untuk kontrol glikemik pada diabetes mellitus tipe 2: systematic review. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI)*, 7(3), 569–577. <https://doi.org/10.56338/mppki.v7i3.4776>
- Galicia-Garcia, U., Benito-Vicente, A., Jebari, S., Larrea-Sebal, A., Siddiqi, H., Uribe, K. B., Ostolaza, H., & Martín, C. (2020). Pathophysiology of type 2 diabetes mellitus. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(17), 1–34. <https://doi.org/10.3390/ijms21176275>
- IDF. (2021). *IDF Diabetes Atlas 10th Edition*. <https://diabetesatlas.org/atlas/tenth-edition/>
- Intan, N., Dahlia, D., & Kurnia, D. A. (2022). Asuhan keperawatan pada pasien diabetes melitus tipe 2, fase akut dengan pendekatan model adaptasi roy: studi kasus. *Jurnal Keperawatan Silampari*, 5(2), 680–688. <https://doi.org/10.31539/jks.v5i2.3228>
- Kusumawardani, H. D., Marsono, Y., Murdiati, A., & Samsudin, M. (2019). Potensi tepung pisang uter (*Musa Acuminata*) sebagai pangan fungsional untuk menurunkan kolesterol. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 47(4), 275–282. <https://doi.org/10.22435/bpk.v47i4.1589>
- Laily, W. N., Wati, D. A., Suci Ayu, R. N., & Pratiwi, A. R. (2022). Hubungan tingkat konsumsi bahan makanan sumber isoflavon dan serat dengan kadar HbA1c pasien diabetes melitus tipe II di rumah sakit Dr. H. Bob Bazar Lampung Selatan. *Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan : Publikasi Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya*, 9(2), 153–160. <https://doi.org/10.32539/jkk.v9i2.17014>
- Lestari, G. P., Puspaningtyas, D. E., Sari, P. M., Styaningrum, S. D., & Sucipto, A. (2024). Skor aktivitas prebiotik tepung growol terhadap *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, dan *Lactobacillus acidophilus* dibanding *Escherichia coli*. *Ilmu Gizi Indonesia*, 7(2), 173. <https://doi.org/10.35842/ilgi.v7i2.508>
- Lianah, L., Tyas, D. A., Armanda, D. T., & Setyawati, S. M. (2018). Aplikasi umbi suweg (*Amorphophallus campanulatus*) sebagai alternatif penurun gula darah pada penderita diabetes mellitus. *Al-Hayat: Journal of Biology and Applied Biology*, 1(1), 1–12. <https://doi.org/10.21580/ah.v1i1.2666>
- Marsono, Y., Triwitono, P., Arianti, E. D., Gunawan, H., & Indrawanto, R. (2020). Pengaruh bubur pisang isomaltosa-oligosakarida dan fibercreme terhadap kadar glukosa dan lipida darah serta profil digesta tikus diabetes. *AgriTECH*, 40(3), 190–198. <https://doi.org/10.22146/AGRITECH.43742>
- Masoa, G. G., Lidya Irma, & Edi Suryanto. (2023). Aktivitas penghambatan enzim α -amilase dan penyerapan kolesterol dari serat pangan *Alga Eucheuma spinosum*. *CHEMISTRY PROGRESS*, 16(1), 41–52. <https://doi.org/10.35799/cp.16.1.2023.47232>
- Muhlshoh, A., Kusumawati, D., & Shofiyyatunnisak, N. A. (2024). Fiber and reduced sugar content of BitKlor Mud Cake as an alternative snack for obese adolescents. *Jurnal Gizi Kerja Dan Produktivitas*, 5(1), 75–83. <https://doi.org/dx.doi.org/10.62870/jgkp.v5i1.25131>
- Puspaningtyas, D. E., Nekada, C. D. Y., & Sari, P. M. (2022). Penambahan inulin terhadap indeks glikemik dan beban glikemik cookies growol: pengembangan makanan selingan diabetes. *Action: Aceh Nutrition Journal*, 7(2), 169–178. <https://doi.org/10.30867/action.v7i2.738>
- Puspaningtyas, D. E., Sari, P. M., Kusuma, N. H., & Helsius SB, D. (2019). Analisis potensi prebiotik growol: kajian berdasarkan perubahan karbohidrat pangan. *Gizi Indonesia*, 42(2), 83–90. <https://doi.org/10.36457/gizindo.v42i2.390>
- Puspaningtyas, D. E., Sari, P. M., Kusuma, N. H., & Helsius SB, D. (2020a). Indeks glikemik cookies growol: studi pengembangan produk makanan selingan bagi penyandang diabetes mellitus. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 17(1), 34–42. <https://doi.org/10.22146/ijcn.54576>
- Puspaningtyas, D. E., Sari, P. M., Kusuma, N. H., & Helsius SB, D. (2020b). Indeks glikemik cookies

- growol: studi pengembangan produk makanan selingan bagi penyandang diabetes mellitus. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 17(1), 34. <https://doi.org/10.22146/ijcn.54576>
- Puspaningtyas, D. E., Sari, P. M., Styaningrum, S. D., Sucipto, A., Rahmawati, D. M., & Lestari, G. P. (2024a). Color and texture analysis of glucomannan modified growol cookies for diabetic. *Jurnal SAGO Gizi Dan Kesehatan*, 5(2), 511. <https://doi.org/10.30867/gikes.v5i2.1686>
- Puspaningtyas, D. E., Sari, P. M., Styaningrum, S. D., Sucipto, A., Rahmawati, D. M., & Lestari, G. P. (2024b). Optimizing healthy snacks for diabetics: study of fiber and starch digestibility of glucomannan-modified Growol cookies. *Action: Aceh Nutrition Journal*, 9(1), 182–193. <https://doi.org/10.30867/action.v9i1.1514>
- Puspaningtyas, D. E., Sucipto, A., Styaningrum, S. D., Sari, P. M., Nidyarini, A., Rahmawati, D. M., Lestari, G. P., Sintia, R. D., & Ananda, D. P. (2024). Satiety and glycemic control after giving glucomannan-modified growol cookies. *Jurnal Gizi Dan Dietetik Indonesia (Indonesian Journal of Nutrition and Dietetics)*, 12(4), 284–295. [https://doi.org/10.21927/ijnd.2024.12\(4\).284-295](https://doi.org/10.21927/ijnd.2024.12(4).284-295)
- Reeves, P. G., Nielsen, F. H., & Fahey, G. C. (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), 1939–1951. <https://doi.org/10.1093/JN/123.11.1939>
- Sari, P. M., & Puspaningtyas, D. E. (2019). Skor aktivitas prebiotik growol (makanan fermentasi tradisional dari singkong) terhadap *Lactobacillus* sp. dan *Escherichia coli*. *Ilmu Gizi Indonesia*, 2(2), 101–106. <https://doi.org/10.35842/ilgi.v2i2.89>
- Sari, P. M., Puspaningtyas, D. E., Styaningrum, S. D., Nidyarini, A., & Anita, T. F. (2023). Effect inulin addition on the proximate content of low glycemic index growol cookies. *Ilmu Gizi Indonesia*, 7(1), 87–94. <https://doi.org/10.35842/ilgi.v7i1.446>
- Senditya, M., Hadi, M. S., Estiasih, T., & Saparianti, E. (2014). Efek prebiotik dan sinbiotik simplisia daun cincau (*Mesona palustris* BL) secara in vivo ; kajian pustaka in vivo prebiotic and synbiotic effect of black grass jelly (*Mesona palustris* BL) leaf simplicia : a review. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(3), 141–151. <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/62/79>
- Styaningrum, S. D., Sari, P. M., Puspaningtyas, D. E., Nidyarini, A., & Anita, T. F. (2023). Analisis warna, tekstur, organoleptik serta kesukaan pada kukis growol dengan variasi penambahan inulin. *Ilmu Gizi Indonesia*, 6(2), 115–124. <https://doi.org/10.35842/ilgi.v6i2.406>
- Styaningrum, S. D., Sari, P. M., Puspaningtyas, D. E., Sucipto, A., Adiputra, A. K., Ananda, D. P., & Sintia, R. D. (2024). Edukasi tentang growol dan produk hasil olahannya sebagai pangan lokal fungsional yang kaya manfaat. *Jurnal Pengabdian Dharma Bakti*, 7(2), 114–122. <https://doi.org/doi.org/10.35842/jpdb.v1i2.308>
- Tan, C., Wei, H., Zhao, X., Xu, C., & Peng, J. (2017). Effects of dietary fibers with high water-binding capacity and swelling capacity on gastrointestinal functions, food intake and body weight in male rats. *Food & Nutrition Research*, 61(1), 1–8. <https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1308118>
- Wangko, W. S. (2020). Aspek fisiologik short chain fatty acid (SCFA). *Medical Scope Journal*, 2(1), 26–35. <https://doi.org/10.35790/msj.2.1.2020.31669>