

**Potensi Prebiotik *Crackers* Berbasis Kulit Buah Nanas Madu
(*Ananas comosus* L.) dalam Mendukung Pertumbuhan *Lactobacilli*
dan *Bifidobacteria***

Skripsi



Eunike Harjanto

31210423

Program Studi Biologi

Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

Yogyakarta

2025

**Potensi Prebiotik *Crackers* Berbasis Kulit Buah Nanas Madu
(*Ananas comosus* L.) dalam Mendukung Pertumbuhan
Lactobacilli dan Bifidobacteria**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains (S.Si.)
pada Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana



Eunike Harjanto

31210423

Program Studi Biologi

Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

Yogyakarta

2025

PERNYATAAN PENYERAHAN KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Eunike Harjanto
NIM/NIP/NIDN : 31210423
Program Studi : Biologi
Judul Karya Ilmiah : Potensi Prebiotik *Crackers* Berbasis Kulit Buah Nanas Madu (*Ananas comosus* L.) dalam Mendukung Pertumbuhan *Lactobacilli* dan *Bifidobacteria*

dengan ini menyatakan:

- a. bahwa karya yang saya serahkan ini merupakan revisi terakhir yang telah disetujui pembimbing/promotor/reviewer.
- b. bahwa karya saya dengan judul di atas adalah asli dan belum pernah diajukan oleh siapa pun untuk mendapatkan gelar akademik baik di Universitas Kristen Duta Wacana maupun di universitas/institusi lain.
- c. bahwa karya saya dengan judul di atas sepenuhnya adalah hasil karya tulis saya sendiri dan bebas dari plagiasi. Karya atau pendapat pihak lain yang digunakan sebagai rujukan dalam naskah ini telah dikutip sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah yang berlaku.
- d. bahwa saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku berupa pencabutan gelar akademik jika di kemudian hari didapati bahwa saya melakukan tindakan plagiasi dalam karya saya ini.
- e. bahwa Universitas Kristen Duta Wacana tidak dapat diberi sanksi atau tuntutan hukum atas pelanggaran hak kekayaan intelektual atau jika terjadi pelanggaran lain dalam karya saya ini. Segala tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran dalam karya saya ini akan menjadi tanggung jawab saya pribadi, tanpa melibatkan pihak Universitas Kristen Duta Wacana.
- f. menyerahkan hak bebas royalti noneksklusif kepada Universitas Kristen Duta Wacana, untuk menyimpan, melestarikan, mengalihkan dalam media/format lain, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), dan mengunggahnya di Repositori UKDW tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan pemilik hak cipta atas karya saya di atas, untuk kepentingan akademis dan pengembangan ilmu pengetahuan.
- g. bahwa saya bertanggung jawab menyampaikan secara tertulis kepada Universitas Kristen Duta Wacana jika di kemudian hari terdapat perubahan hak cipta atas karya saya ini.

h. bahwa meskipun telah dilakukan pelestarian sebaik-baiknya, Universitas Kristen Duta Wacana tidak bertanggung jawab atas kehilangan atau kerusakan karya atau metadata selama disimpan di Repositori UKDW.

i. mengajukan agar karya saya ini: *(pilih salah satu)*

- ☒ Dapat diakses tanpa embargo.
- ☐ Dapat diakses setelah 2 tahun.*
- ☐ Embargo permanen.*

Embargo: penutupan sementara akses karya ilmiah.

*Halaman judul, abstrak, dan daftar pustaka tetap wajib dibuka.

Alasan embargo *(bisa lebih dari satu)*:

- ☐ dalam proses pengajuan paten.
- ☐ akan dipresentasikan sebagai makalah dalam seminar nasional/internasional.**
- ☐ akan diterbitkan dalam jurnal nasional/internasional.**
- ☐ telah dipresentasikan sebagai makalah dalam seminar nasional/internasional ... dan diterbitkan dalam prosiding pada bulan ... tahun ... dengan DOI/URL ... ***
- ☐ telah diterbitkan dalam jurnal ... dengan DOI/URL artikel ... atau vol./no. ... ***
- ☐ berisi topik sensitif, data perusahaan/pribadi atau informasi yang membahayakan keamanan nasional.
- ☐ berisi materi yang mengandung hak cipta atau hak kekayaan intelektual pihak lain.
- ☐ terikat perjanjian kerahasiaan dengan perusahaan/organisasi lain di luar Universitas Kristen Duta Wacana selama periode tertentu.
- ☐ Lainnya (mohon dijelaskan)

**Setelah diterbitkan, mohon informasikan keterangan publikasinya ke repository@staff.ukdw.ac.id.

***Tuliskan informasi kegiatan atau publikasinya dengan lengkap.

Yogyakarta, 8 Agustus 2025

Mengetahui,



Dr. Dhira Satwika, M.Sc.
NIDN 0514076601

Yang menyatakan,



B#404AMX426219336

Eunike Harjanto
NIM 31210423

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Skripsi dengan judul:

**Potensi Prebiotik *Crackers* Berbasis Kulit Buah Nanas Madu (*Ananas comosus* L.)
dalam Mendukung Pertumbuhan *Lactobacilli* dan *Bifidobacteria***

Telah diajukan dan dipertahankan oleh:

EUNIKE HARJANTO

31210423

dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi

Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

dan dinyatakan DITERIMA untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains
pada tanggal 5 Agustus 2025

Nama Dosen

Tanda Tangan

1. Dr. Dhira Satwika, M.Sc.

(Ketua Tim Penguji/Dosen Pembimbing I) :

2. Catarina Aprilia Ariestanti, S.T.P., M.Sc.

(Dosen Pembimbing II/Anggota Tim Penguji) :

3. Dr. Laila Rahmawati, S.T.P.

(Anggota Tim Penguji) :

Yogyakarta, 7 Agustus 2025

Disahkan oleh:

Dekan,

Ketua Program Studi,



Dr. Charis Amarantini, M.Si.

NIK. 914 E 155



Dwi Aditiyarini, S.Si., M.Biotech., M.Sc.

NIK. 214 E 556

LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI

Judul Skripsi : Potensi Prebiotik *Crackers* Berbasis Kulit Buah Nanas Madu (*Ananas comosus* L.) dalam Mendukung Pertumbuhan *Lactobacilli* dan *Bifidobacteria*

Nama : Eunike Harjanto

NIM : 31210423

Pembimbing 1 : Dr. Dhira Satwika, M.Sc.

Pembimbing 2 : Catarina Aprilia Ariestanti, S.T.P., M.Sc.

Hari/Tanggal Ujian : Selasa, 5 Agustus 2025

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,


Dr. Dhira Satwika, M.Sc.
NIK. 904 E 146


Catarina Aprilia Ariestanti, S.T.P., M.Sc.
NIK. 224 E 590

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi,


Dwi Adityarini, S.Si., M.Biotech., M.Sc.
NIK. 214 E 556

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eunike Harjanto

NIM : 31210423

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

Potensi Prebiotik *Crackers* Berbasis Kulit Buah Nanas Madu (*Ananas comosus* L.) dalam Mendukung Pertumbuhan *Lactobacilli* dan *Bifidobacteria*

adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan dari suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu di dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya secara sadar dan bertanggung jawab dan saya bersedia menerima sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan duplikasi terhadap skripsi atau karya ilmiah lain yang sudah ada.

Yogyakarta, 23 Juli 2025



(Eunike Harjanto)

NIM: 31210423

DUTA WACANA

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, oleh karena berkat kemurahan dan bimbingan-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penyusunan skripsi ini dilakukan sebagai salah satu bagian dari pemenuhan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.) pada Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana. Penulis menyadari selama proses penyusunan skripsi ini tidak lepas dari berbagai tantangan dan dinamika yang menguji semangat serta ketekunan penulis. Namun, dengan adanya dukungan dari banyak pihak yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung, penulis akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada:

1. Dr. Charis Amarantini, M.Si., Dwi Adityarini, S.Si., M.Biotech., M.Sc., drh. Vinsa Cantya Prakasita, S.K.H., M.Sc., dan Dra. Haryati B. Sutanto, M.Sc., selaku Dekan dan Wakil Dekan Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana, atas izin dan dukungan yang diberikan selama proses penyusunan skripsi ini berlangsung.
2. Dr. Dhira Satwika, M.Sc., selaku dosen pembimbing utama, atas bimbingan, saran, pemikiran yang tajam, serta dukungan selama proses penelitian hingga tahap akhir penulisan skripsi ini.
3. Catarina Aprilia Ariestanti, S.T.P., M.Sc., selaku dosen pembimbing pendamping sekaligus wali studi, atas semangat, bimbingan yang penuh kesabaran, serta dorongan motivasi dan rasa percaya diri yang diberikan kepada penulis. Terima kasih karena selalu hadir sebagai sosok pembimbing yang peduli dan menguatkan.
4. Ibu Elsa, selaku orang tua penulis, serta Kak Natasya, selaku saudara penulis, yang telah menjadi sumber kekuatan dan motivasi terbesar sepanjang masa perkuliahan hingga selesainya skripsi ini. Terima kasih atas doa, kasih, dan dukungan yang tiada henti.
5. Iga Aswiyanti, S.Pi., Ester Yuan Rahayu, S.Si., Wida Hening Sukma Crisdiati, S.Pd., Gemma Galgani Kharisma, S.Si., Arga Nugraha, S.Si., Hossana Abraham Anugrah Kristi, S.P., Riyan Perdana Sari, S.Si., dan Widiyana Suryahapsari, S.Gz., selaku staf laboratorium dan staf administrasi, atas segala bantuan dan dukungan selama proses penelitian dan administrasi selesai.
6. Ditha Klarissa Sutan dan Diva Yolanda Hutabarat, sahabat penulis, yang telah menjadi tempat berteduh bagi penulis dalam suka maupun duka. Terima kasih telah berjalan bersama dari awal masa perkuliahan hingga tahap akhir penyusunan skripsi, memberikan semangat yang tak pernah putus, serta menjadi tempat penulis berbagi cerita dan air mata.

7. Ellena Gracia dan Edward Angelio Sumampouw, teman seperjuangan dalam bimbingan skripsi, atas semangat dan dukungan yang saling menguatkan. Kebersamaan dalam menghadapi tantangan penelitian menjadi bagian tak terlupakan dari perjalanan ini.
8. Monayanti, Steffy, Jennifer, Edo, Devita, Stefani, dan Desy, teman-teman terdekat penulis, yang senantiasa hadir di laboratorium, menemani dan memberikan dukungan dalam kesulitan, dan menghadirkan tawa di tengah kepenatan. Terima kasih telah menjadikan proses penelitian ini lebih ringan dan menyenangkan.
9. Ruby dan Seiji, sahabat yang hadir dari dunia maya namun memberikan dampak nyata dalam kehidupan penulis. Terima kasih atas sapaan hangat, nasihat yang bijak, dukungan tiada henti, serta candaan yang mampu menghapus lelah dan membangun kembali semangat penulis saat dunia terasa berat.
10. Seluruh teman-teman angkatan 2021 Fakultas Bioteknologi, khususnya anak makarios, atas semangat kebersamaan dan dukungan yang terus dirasakan oleh penulis selama menjalani masa perkuliahan hingga tahap akhir penulisan skripsi.

Penulis sepenuhnya menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki berbagai keterbatasan dan belum mencapai kesempurnaan, maka dari itu penulis membuka diri terhadap segala bentuk kritik dan saran yang membangun, sebagai bahan refleksi dan perbaikan di masa mendatang. Melalui skripsi ini, besar harapan penulis agar setiap bagian dari tulisan ini dapat memberikan manfaat nyata, menjadi sumber inspirasi, serta menghadirkan berkat baik bagi pembaca maupun bagi masyarakat luas yang menjadi bagian dari lingkup kebermanfaatan ilmu pengetahuan. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah menjadi bagian dari proses ini. Tuhan memberkati.

Yogyakarta, 23 Juli 2025



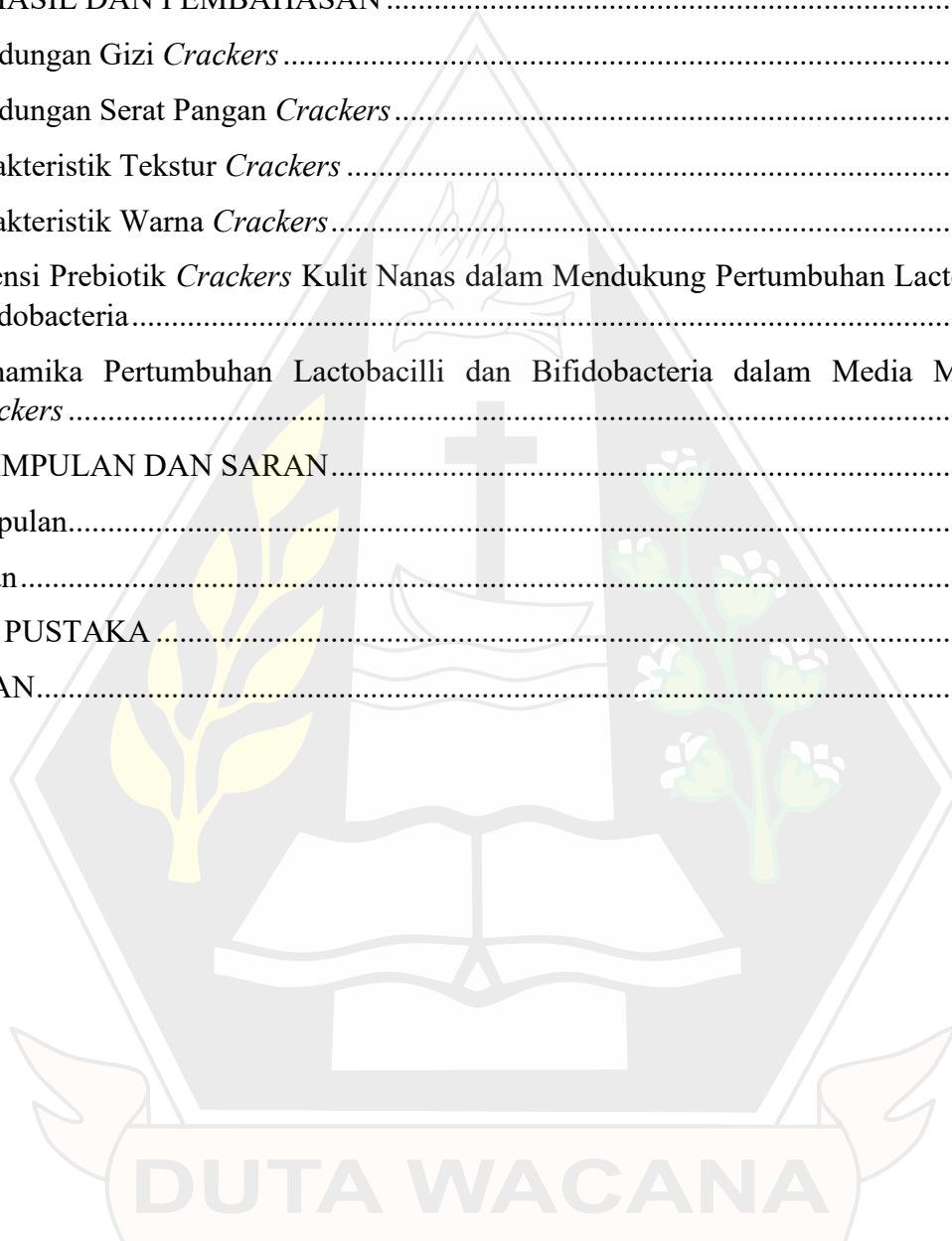
Penulis

Eunike Harjanto

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL LUAR.....	i
HALAMAN SAMPUL BAGIAN DALAM.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
<i>ABSTRACT</i>	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pemanfaatan Limbah Kulit Nanas sebagai Bahan Pangan Fungsional.....	4
2.2 Serat Pangan dan Efek Prebiotik dari Kulit Nanas untuk Kesehatan Pencernaan	4
2.3 Pengaruh Pangan Fungsional terhadap Mikrobiota Usus dan Kesehatan Pencernaan.....	5
2.4 Pendekatan <i>in vitro</i> dalam Analisis Potensi Prebiotik dan Pertumbuhan Probiotik pada <i>Crackers</i> Berbasis Kulit Nanas	6
BAB III METODE PENELITIAN	8
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	8
3.2 Bahan.....	8
3.3 Alat.....	8
3.4 Cara Kerja	8
3.4.1 Preparasi sampel.....	8
3.4.2 Pembuatan produk <i>crackers</i> tepung kulit nanas.....	9
3.4.3 Analisis proksimat.....	9
3.4.4 Uji kadar serat pangan total.....	10

3.4.5 Uji karakteristik tekstur	10
3.4.6 Uji warna	10
3.4.7 Uji potensi prebiotik <i>in vitro</i>	10
3.4.8 Uji kurva pertumbuhan probiotik melalui fermentasi <i>in vitro</i>	11
3.5 Analisis Statistik.....	11
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Kandungan Gizi <i>Crackers</i>	13
4.2 Kandungan Serat Pangan <i>Crackers</i>	15
4.3 Karakteristik Tekstur <i>Crackers</i>	16
4.4 Karakteristik Warna <i>Crackers</i>	18
4.5 Potensi Prebiotik <i>Crackers</i> Kulit Nanas dalam Mendukung Pertumbuhan Lactobacilli dan Bifidobacteria.....	20
4.6 Dinamika Pertumbuhan Lactobacilli dan Bifidobacteria dalam Media Mengandung <i>Crackers</i>	22
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	25
5.1 Simpulan.....	25
5.2 Saran.....	25
DAFTAR PUSTAKA.....	26
LAMPIRAN.....	30



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Komposisi proksimat <i>crackers</i> berbahan dasar <i>wheat flour</i> (WF) dan yang disubstitusi 10% <i>pineapple peel flour</i> (PPF 10%).....	13
Tabel 4.2 Kadar serat pangan pada <i>crackers</i> berbahan dasar <i>wheat flour</i> (WF) dan yang disubstitusi 10% <i>pineapple peel flour</i> (PPF 10%).....	15
Tabel 4.3 Parameter tekstur <i>crackers</i> berbahan dasar <i>wheat flour</i> (WF) dan yang disubstitusi 10% <i>pineapple peel flour</i> (PPF 10%)	17
Tabel 4.4 Parameter nilai warna (L^* , a^* , b^*) pada <i>crackers</i> berbahan dasar <i>wheat flour</i> (WF) dan yang disubstitusi 10% <i>pineapple peel flour</i> (PPF 10%).....	19



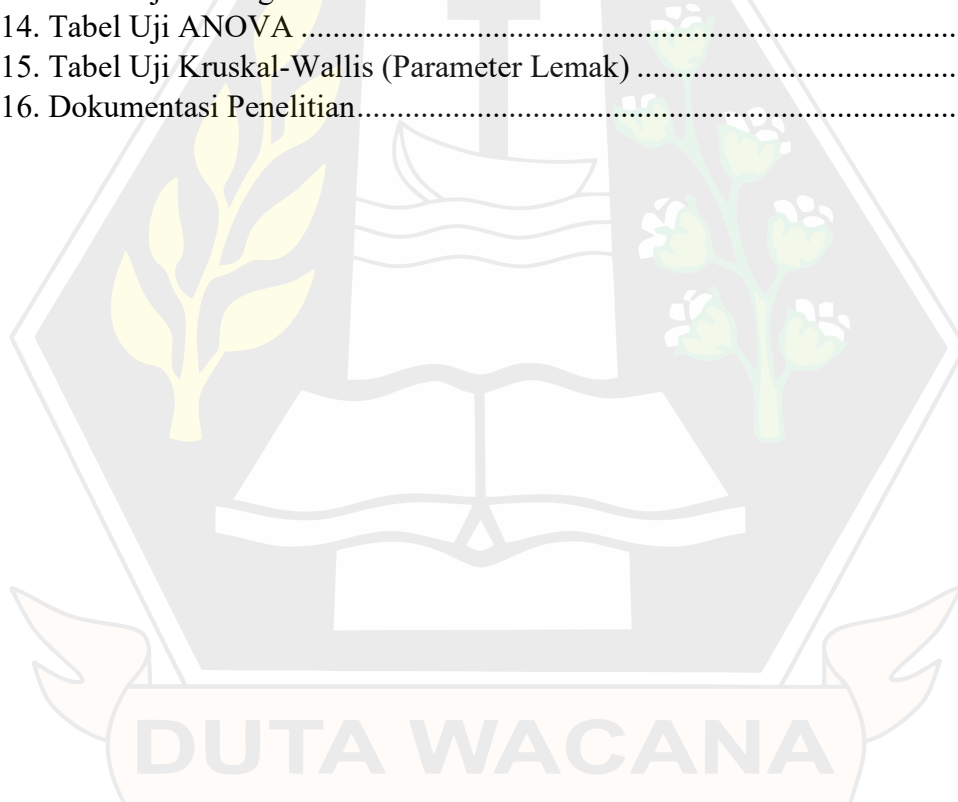
DAFTAR GAMBAR

- Gambar 4.1 Jumlah koloni BAL setelah inkubasi selama 24 jam pada berbagai perlakuan 20
- Gambar 4.2 Kurva pertumbuhan BAL selama 48 jam: a) *Lactobacillus plantarum* FNCC 0026, b) *Lactobacillus bulgaricus* FNCC 00491 c) *Bifidobacterium bifidum* FNCC 0462 d) *Bifidobacterium longum* FNCC 0463 22



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Borang Pemantauan Skripsi	30
Lampiran 2. Hasil Analisis Proksimat Sampel <i>Crackers Wheat Flour</i> (Kontrol) dan PPF 10%	32
Lampiran 3. Hasil Analisis Kadar Serat Pangan Total Sampel <i>Crackers Wheat Flour</i> (Kontrol) dan PPF 10%.....	34
Lampiran 4. Hasil Karakteristik Tekstur Sampel <i>Crackers Wheat Flour</i> (Kontrol) dan PPF 10%	35
Lampiran 5. Hasil Uji Warna Sampel <i>Crackers Wheat Flour</i> (Kontrol) dan PPF 10%.....	39
Lampiran 6. Hasil Pewarnaan Gram Bakteri Asam Laktat.....	40
Lampiran 7. Uji Potensi Prebiotik Crackers terhadap a) <i>Lactobacillus plantarum</i> FNCC 0026 dan b) <i>Lactobacillus bulgaricus</i> FNCC 00491.....	41
Lampiran 8. Uji Potensi Prebiotik Crackers terhadap a) <i>Bifidobacterium bifidum</i> FNCC 0462 dan b) <i>Bifidobacterium longum</i> FNCC 0463.....	42
Lampiran 9. Uji Kurva Pertumbuhan <i>Lactobacillus plantarum</i> FNCC 0026 selama 48 jam.....	43
Lampiran 10. Uji Kurva Pertumbuhan <i>Lactobacillus bulgaricus</i> FNCC 00491 selama 48 jam	44
Lampiran 11. Uji Kurva Pertumbuhan <i>Bifidobacterium bifidum</i> FNCC 0462 selama 48 jam....	45
Lampiran 12. Tabel Uji Normalitas	47
Lampiran 13. Tabel Uji Homogenitas	48
Lampiran 14. Tabel Uji ANOVA	51
Lampiran 15. Tabel Uji Kruskal-Wallis (Parameter Lemak)	52
Lampiran 16. Dokumentasi Penelitian.....	53



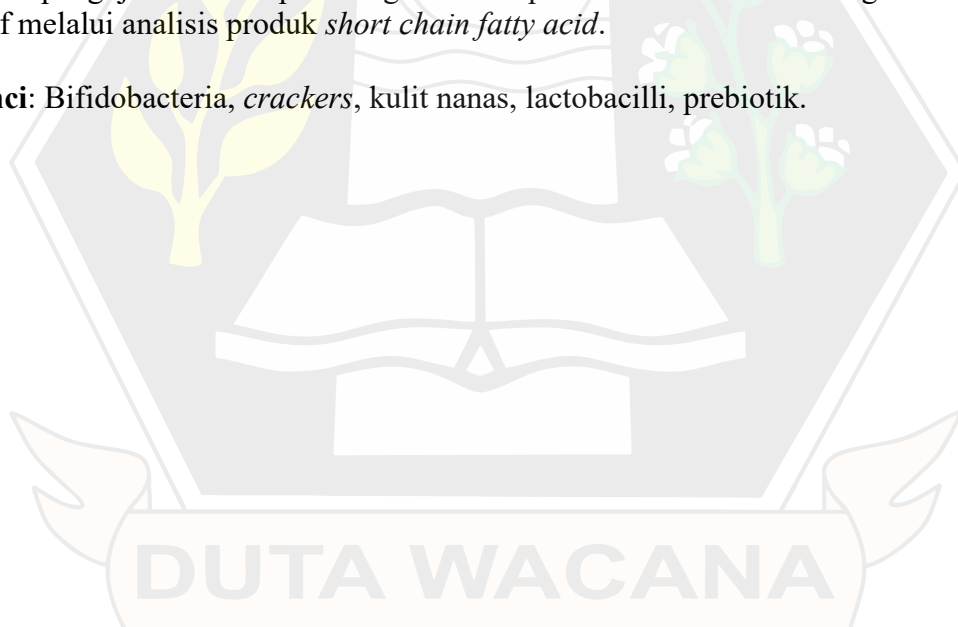
ABSTRAK

Potensi Prebiotik *Crackers* Berbasis Kulit Buah Nanas Madu (*Ananas comosus* L.) dalam Mendukung Pertumbuhan *Lactobacilli* dan *Bifidobacteria*

EUNIKE HARJANTO

Kulit nanas merupakan limbah agroindustri kaya serat yang berpotensi sebagai bahan fungsional pada produk pangan dan sistem pencernaan. Sebagai bagian dari pemanfaatan kulit nanas menjadi produk bernilai, penelitian ini berfokus mengevaluasi komposisi nutrisi, kandungan serat pangan, karakteristik fisik, serta potensi prebiotik dari *crackers* yang disubstitusi 10% *pineapple peel flour* (PPF). Penentuan komposisi nutrisi dilakukan melalui analisis proksimat, kandungan serat pangan melalui metode enzimatis-gravimetri, karakteristik fisik dengan fokus meliputi *hardness*, *fracture*, *crispiness*, *crunchiness*, *cohesiveness*, dan warna, serta potensi prebiotik melalui *total plate count*. Hasil kandungan gizi menunjukkan bahwa *crackers* PPF 10% secara signifikan ($p \leq 0.05$) meningkatkan kadar abu, lemak, serat kasar, total serat pangan, serat tidak larut, dan serat larut dibandingkan dengan kontrol. Berdasarkan karakteristik fisik, *crackers* PPF 10% menunjukkan penurunan nilai *hardness* dan *crunchiness*, serta memiliki warna produk yang lebih gelap namun tetap memenuhi syarat mutu *crackers* (SNI 2973:2022). Berdasarkan potensi prebiotik, *crackers* PPF 10% mampu menjadi substrat fermentasi yang dapat mendukung pertumbuhan *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum* selama 48 jam dengan pertumbuhan *lactobacilli* sedikit lebih baik dibandingkan *bifidobacteria*. Temuan ini menunjukkan bahwa *crackers* PPF dapat menjadi produk pangan tinggi serat dengan potensi prebiotik. Penelitian lanjutan disarankan untuk memperluas pengujian terhadap berbagai strain probiotik lain serta mengevaluasi aktivitas fermentatif melalui analisis produk *short chain fatty acid*.

Kata Kunci: *Bifidobacteria*, *crackers*, kulit nanas, *lactobacilli*, prebiotik.



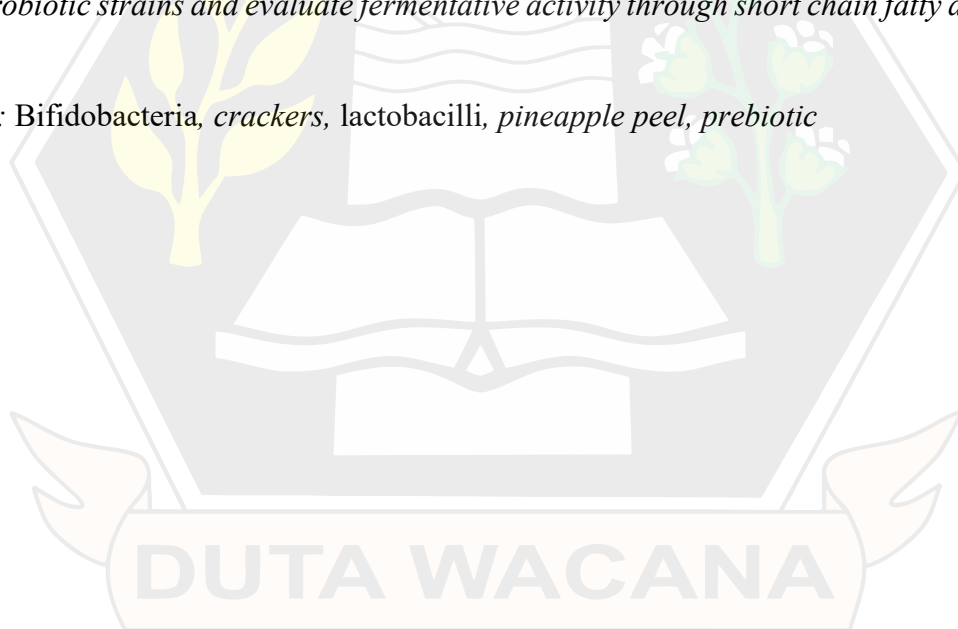
ABSTRACT

Prebiotic Potential of Honey Pineapple (*Ananas comosus* L.) Peel-Based Crackers in Supporting the Growth of Lactobacilli and Bifidobacteria

EUNIKE HARJANTO

*Pineapple peel is a fiber-rich agro-industrial by-product with potential as a functional ingredient in food products and the digestive system. As part of the valorization of pineapple peels into valuable products, this study focused on evaluating the nutritional composition, dietary fiber content, physical characteristics, and prebiotic potential of crackers substituted with 10% pineapple peel flour (PPF). Nutritional composition was determined through proximate analysis, dietary fiber content by enzymatic-gravimetric methods, physical characteristics with a focus on hardness, fracture, crispiness, crunchiness, cohesiveness, and colour, and prebiotic potential by mean of bacterial growth exploiting total plate count method. Results on nutritional composition showed that 10% PPF crackers significantly ($p \leq 0.05$) increased the levels of ash, fat, crude fiber, total dietary fiber, insoluble fiber, and soluble fiber compared to the control. Based on physical characteristics, addition of 10% PPF crackers showed a decrease in hardness and crunchiness values, also had a darker product colour but still met the quality requirements of crackers (SNI 2973:2022). Based on prebiotic potential, 10% PPF crackers showed as potential fermentation substrate that support the growth of *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Bifidobacterium bifidum*, and *Bifidobacterium longum* for 48 hours with lactobacilli showed a slightly better growth compared to bifidobacteria. These findings suggest that PPF crackers might be a high-fiber food product with prebiotic potential. Further research is needed to expand testing to other probiotic strains and evaluate fermentative activity through short chain fatty acid product analysis.*

Keywords: Bifidobacteria, crackers, lactobacilli, pineapple peel, prebiotic



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daya tarik produk pangan fungsional semakin meningkat seiring dengan kesadaran masyarakat akan pentingnya pola hidup sehat (Obayomi *et al.*, 2024). Pangan fungsional merupakan makanan yang bertujuan memberikan lebih banyak manfaat kesehatan dari sekadar kandungan nutrisi dasar (Olaniran *et al.*, 2023). Salah satu tren yang berkembang adalah konsumsi makanan kaya serat (*fiber-rich product*) yang berperan sebagai prebiotik untuk mendukung kesehatan saluran pencernaan serta meningkatkan pertumbuhan dan aktivitas probiotik seperti *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium* (Gan *et al.*, 2021; Zhu, 2020). Serat pangan (*dietary fiber*) sebagian besar berasal dari buah-buahan, sayur-sayuran, kacang-kacangan dan sereal (He *et al.*, 2022). Selama proses pengolahan pada industri pangan dan konsumsi sehari-hari, banyak produk sampingan (*by-products*) yang dihasilkan namun masih kaya akan serat (Gan *et al.*, 2021). Limbah dari *by-products* umumnya langsung dibuang atau kurang dimanfaatkan, sehingga dapat menyebabkan peningkatan limbah hingga pencemaran lingkungan (Díaz-Vela *et al.*, 2015).

Nanas (*Ananas comosus* L.) merupakan tanaman yang banyak dibudidayakan di berbagai negara tropis dan subtropis, salah satunya Indonesia (Mala *et al.*, 2024). Indonesia, sebagai salah satu negara penghasil nanas terbesar di dunia urutan ke-5, memproduksi nanas sebanyak 2,74 juta ton pada tahun 2024 (BPS, 2024). Nanas dapat dikonsumsi secara langsung maupun produk olahan seperti buah potong segar, nanas kalengan, jus, selai, dan wine. Proses pengolahan nanas menghasilkan berbagai *by-products* termasuk kulit, inti, batang, mahkota dan daun yang menyumbang 60% (b/b) dari total berat nanas. Limbah kulit nanas sendiri mencakup sekitar 29 – 40% dari total berat buah (Sukirah *et al.*, 2023). Pada kulit nanas diketahui memiliki kandungan *total dietary fiber* (TDF) yang tinggi yaitu 70,6% pada bubuk kulit kering (Meena *et al.*, 2022). Berdasarkan Campos *et al.* (2020), kulit nanas segar pada tingkat kematangan $\frac{3}{4}$ mengandung sekitar 1,41% *soluble dietary fiber* (SDF) dan sejumlah besar *insoluble dietary fiber* (IDF) terutama selulosa dan hemiselulosa. Serat pangan, baik SDF maupun IDF, dibutuhkan tubuh manusia karena berperan dalam menjaga kesehatan pencernaan, mendukung pertumbuhan bakteri baik di usus, serta membantu mengatur kadar kolesterol dan glukosa darah (Stojanovska *et al.*, 2023). Serat pangan ini memiliki potensi besar untuk diaplikasikan dalam berbagai produk pangan, termasuk camilan ringan seperti *crackers*.

Crackers merupakan camilan yang populer dikonsumsi di berbagai kalangan karena biaya produksinya yang rendah, umur simpan yang lama, dan dapat digunakan sebagai transpor nutrisi penting (Mala *et al.*, 2024). Umumnya, tepung terigu banyak digunakan dalam proses pembuatan *crackers* karena komposisi protein glutennya yang berbeda (Mustapha *et al.*, 2024), namun sebuah studi menunjukkan bahwa kualitas gizi tepung terigu berkurang selama proses pengolahan khususnya dalam hal kebutuhan serat pangan (Adebayo-Oyetoro *et al.*, 2017). Penggunaan tepung komposit dapat dijadikan solusi dalam meningkatkan kualitas gizi *crackers* serta untuk mengembangkan bahan pangan lokal (Mustapha *et al.*, 2024). Adanya inovasi *crackers* berbasis kulit nanas yang kaya serat pangan dapat berperan dalam meningkatkan nilai gizi produk serta memberikan manfaat kesehatan tambahan bagi pencernaan. Proses pengolahan lebih lanjut dari tepung kulit nanas menjadi *crackers* berperan penting dalam mengembangkan produk makanan dengan nutrisi yang lebih seimbang, meningkatkan keamanan, daya simpan, serta kualitas sensoris suatu produk yang dapat lebih diterima oleh konsumen (Meena *et al.*, 2022). Selain itu, proses pemanggangan dapat memperbaiki karakteristik fisik produk, termasuk kerenyahan dan warna, yang menjadi faktor utama dalam daya tarik produk pangan (Artina *et al.*, 2023; Lasaji *et al.*, 2023). Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pemanfaatan limbah kulit nanas menjadi *crackers* berbasis kulit nanas sebagai sumber prebiotik dalam mendukung pertumbuhan bakteri asam laktat yaitu *Lactobacilli* dan *Bifidobacteria* serta meningkatkan kandungan nutrisi dari camilan *crackers*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana potensi prebiotik *crackers* berbasis kulit nanas terhadap pertumbuhan bakteri *lactobacilli* dan *bifidobacteria* secara *in vitro*?
2. Bagaimana kandungan gizi, serat pangan, dan karakteristik fisik *crackers* yang disubstitusi dengan 10% tepung kulit nanas?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menguji potensi prebiotik *crackers* berbasis kulit nanas terhadap pertumbuhan bakteri *lactobacilli* dan *bifidobacteria* secara *in vitro*.
2. Menentukan kandungan gizi, serat pangan, dan karakteristik fisik *crackers* yang disubstitusi dengan 10% tepung kulit nanas.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi peneliti, mahasiswa, masyarakat, dan pihak lainnya melalui pendekatan sebagai berikut:

1. Secara teoritis penelitian dapat berkontribusi pada pemanfaatan kulit nanas sebagai tepung komposit pada bahan pangan yang kaya serat dan berpotensi memiliki efek prebiotik, serta mendukung keberlanjutan agroindustri dengan mengurangi limbah pangan.
2. Secara praktis penelitian ini dapat menghasilkan produk *crackers* berbasis kulit nanas sebagai camilan sehat tinggi serat dan berpotensi memiliki efek prebiotik, yang dapat menjadi alternatif pangan fungsional bagi masyarakat serta peluang inovasi bagi pelaku industri pangan.



BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Crackers dengan substitusi 10% tepung kulit nanas (PPF) menunjukkan potensi prebiotik yang baik melalui kemampuannya dalam mendukung pertumbuhan bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Bifidobacterium bifidum*, dan *Bifidobacterium longum* dengan pertumbuhan yang stabil dicapai oleh *Lactobacillus bulgaricus*. Hasil ini menunjukkan bahwa *crackers* PPF 10% berpotensi sebagai substrat fermentabel yang mendukung keseimbangan bakteri asam laktat. Selain itu, substitusi 10% PPF pada *crackers* meningkatkan kualitas gizi yang ditandai dengan meningkatnya kandungan abu, lemak, serat kasar, serat pangan total, serta memiliki karakteristik tekstur dan warna yang masih berada dalam kisaran standar mutu *crackers*. Sehingga, produk *crackers* berbasis kulit nanas memiliki potensi sebagai produk camilan sehat yang tidak hanya bernilai gizi tinggi, tetapi juga memberikan manfaat fungsional terhadap kesehatan pencernaan.

5.2 Saran

Penelitian lanjutan disarankan untuk memperdalam pengujian *in vitro* terhadap beberapa strain *lactobacillus* dan *bifidobacterium* yang lain dan analisis produk fermentasi *short-chain fatty acids* (SCFA) untuk mengonfirmasi aktivitas metabolik. Selain itu, perlu dikaji potensi penambahan bahan pangan fungsional lain untuk meningkatkan kualitas sensori dan nilai tambah produk.

DUTA WACANA

DAFTAR PUSTAKA

- [BPS]. Badan Pusat Statistik. (2024). Produksi Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan Menurut Provinsi dan Jenis Tanaman. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/3/U0dKc1owczVSalJ5VFdOMWVETnIVRVJ6YIRJMFp6MDkjMw==/produksi-tanaman-buah-buahan-dan-sayuran-tahunan-menurut-provinsi-dan-jenis-tanaman--2024.html?year=2024>
- [BSN]. Badan Standardisasi Nasional. (2022). SNI 2973:2022. Biskuit. Badan Standardisasi Nasional Jakarta.
- Abreu Y Abreu, A. T., Milke-García, M. P., Argüello-Arévalo, G. A., Calderón-de La Barca, A. M., Carmona-Sánchez, R. I., Consuelo-Sánchez, A., Coss-Adame, E., García-Cedillo, M. F., Hernández-Rosiles, V., Icaza-Chávez, M. E., Martínez-Medina, J. N., Morán-Ramos, S., Ochoa-Ortiz, E., Reyes-Apodaca, M., Rivera-Flores, R. L., Zamarripa-Dorsey, F., Zárate-Mondragón, F., & Vázquez-Frias, R. (2021). Dietary fiber and the microbiota: A narrative review by a group of experts from the Asociación Mexicana de Gastroenterología. *Revista de Gastroenterología de México (English Edition)*, 86(3), 287–304. <https://doi.org/10.1016/j.rgmxe.2021.02.002>
- Adebayo-Oyetoro, A. O., Ogundipe, O. O., Lofinmakin, F. K., Akinwande, F. F., Aina, D. O., & Adeyeye, S. A. O. (2017). Production and acceptability of *chinchin* snack made from wheat and tigernut (*Cyperus esculentus*) flour. *Cogent Food & Agriculture*, 3(1), 1282185. <https://doi.org/10.1080/23311932.2017.1282185>
- Akter, B., Salleh, R. M., Bakar, M. H. A., Shun, T. J., & Hoong, C. L. (2022). Utilisation of watermelon, pineapple and banana fruit peels as prebiotics and their effect on growth of probiotic. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(11), 7359–7367. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16090>
- Ali, Md. A., Hui, W., Lin, G., Dang, F. F., Wu, S., Man, C., & Jiang, Y. (2019). Development of a Standard Curve to Account for Viable Loads of *Bifidobacterium animalis* subsp. *Lactis* HN019 Using RNA by Real-Time PCR. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, 102(2), 532–538. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.18-0216>
- AOAC. (2017). Appendix F: Guidelines for Standard Method Performance Requirements. *AOAC International*, 1–18.
- Ariestanti, C. A., Seechamnanturakit, V., Harmayani, E., & Wichienchot, S. (2019). Optimization on production of konjac oligo-glucomannan and their effect on the gut microbiota. *Food Science & Nutrition*, 7(2), 788–796. <https://doi.org/10.1002/fsn3.927>
- Artina, Z. J., Ayu, D. F., & Rahmayuni, R. (2023). The Crackers of Modified Cassava Flour (MOCAF) and Cowpea Flour: Chemical and Sensory Properties. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, 12(1), 57–64. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2023.12.1.57>
- Campos, D. A., Coscueta, E. R., Vilas-Boas, A. A., Silva, S., Teixeira, J. A., Pastrana, L. M., & Pintado, M. M. (2020). Impact of functional flours from pineapple by-products on human intestinal microbiota. *Journal of Functional Foods*, 67, 103830. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103830>
- Campos, D. A., Ribeiro, T. B., Teixeira, J. A., Pastrana, L., & Pintado, M. M. (2020). Integral Valorization of Pineapple (*Ananas comosus* L.) By-Products through a Green Chemistry Approach towards Added Value Ingredients. *Foods*, 9(1), 60. <https://doi.org/10.3390/foods9010060>
- Cui, J., Lian, Y., Zhao, C., Du, H., Han, Y., Gao, W., Xiao, H., & Zheng, J. (2019). Dietary Fibers from Fruits and Vegetables and Their Health Benefits via Modulation of Gut Microbiota. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(5), 1514–1532. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12489>

- Díaz-Vela, J., Totosaús, A., & Pérez-Chabela, M. L. (2015). Integration of Agroindustrial Co-Products as Functional Food Ingredients: Cactus Pear (*O. punctata ficus indica*) Flour and Pineapple (*Ananas comosus*) Peel Flour as Fiber Source in Cooked Sausages Inoculated with Lactic Acid Bacteria: Fruit Peels as Functional Ingredients in Sausages. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 2630–2638. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12513>
- FAO, & WHO. (2019). *Sustainable healthy diets: Guiding principles*. Food and Agriculture Organization of the United Nations : World Health Organization.
- Gan, J., Xie, L., Peng, G., Xie, J., Chen, Y., & Yu, Q. (2021). Systematic review on modification methods of dietary fiber. *Food Hydrocolloids*, 119, 106872. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106872>
- García-Amezquita, L. E., Tejada-Ortigoza, V., Campanella, O. H., & Welti-Chanes, J. (2018). Influence of Drying Method on the Composition, Physicochemical Properties, and Prebiotic Potential of Dietary Fibre Concentrates from Fruit Peels. *Journal of Food Quality*, 2018, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2018/9105237>
- Gómez-García, R., Vilas-Boas, A. A., Oliveira, A., Amorim, M., Teixeira, J. A., Pastrana, L., Pintado, M. M., & Campos, D. A. (2022). Impact of Simulated Human Gastrointestinal Digestion on the Bioactive Fraction of Upcycled Pineapple By-Products. *Foods*, 11(1), 126. <https://doi.org/10.3390/foods11010126>
- Guiné, R. P. F. (2022). Textural Properties of Bakery Products: A Review of Instrumental and Sensory Evaluation Studies. *Applied Sciences*, 12(17), 8628. <https://doi.org/10.3390/app12178628>
- He, Y., Wang, B., Wen, L., Wang, F., Yu, H., Chen, D., Su, X., & Zhang, C. (2022). Effects of dietary fiber on human health. *Food Science and Human Wellness*, 11(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2021.07.001>
- Hernández-Alcántara, A. M., Totosaús, A., & Pérez-Chabela, M. L. (2016). Evaluation of Agro-Industrial Co-Products as Source of Bioactive Compounds: Fiber, Antioxidants and Prebiotic. *Acta Universitatis Cibiniensis. Series E: Food Technology*, 20(2), 3–16. <https://doi.org/10.1515/aucft-2016-0011>
- How, Y. H., & Nyam, K. L. (2024). Reutilization of Fruit Waste as Potential Prebiotic for Probiotic or Food-grade Microorganisms in Food Applications: A Review. *Probiotics Antimicrob Proteins*. <https://doi.org/10.1007/s12602-024-10375-4>
- Jose, M., Himashree, P., Sengar, A. S., & Sunil, C. K. (2022). Valorization of food industry by-product (Pineapple Pomace): A study to evaluate its effect on physicochemical and textural properties of developed cookies. *Measurement: Food*, 6, 100031. <https://doi.org/10.1016/j.meafoo.2022.100031>
- Kari, N. M., Ahmad, F., & Ayub, M. N. A. (2022). Proximate composition, amino acid composition and food product application of anchovy: A review. *Food Research*, 6(4), 16–29. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.6\(4\).419](https://doi.org/10.26656/fr.2017.6(4).419)
- Kumar, J., Rani, K., & Datt, C. (2020). Molecular link between dietary fibre, gut microbiota and health. *Molecular Biology Reports*, 47(8), 6229–6237. <https://doi.org/10.1007/s11033-020-05611-3>
- Lasaji, H., Assa, J. R., & Taroreh, M. I. R. (2023). Kandungan Protein, Kekerasan Dan Daya Terima Cookies Tepung Komposit Sagu Baruk (*Arenga microcarpa*) an Kacang Hijau (*Vigna radiata*). *Jurnal Teknologi Pertanian (Agricultural Technology Journal)*, 14(1), 57–71. <https://doi.org/10.35791/jteta.v14i1.51040>
- López-Fernández, M., Méndez-Montelvo, G., Velazquez, G., Perales-Torres, A., & Santiago-Adame, R. (2021). Effect of adding pineapple (*Ananas comosus*) flour on the sensory and textural properties of wheat flour (*Triticum aestivum*) cookies. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 20(3). <https://doi.org/10.24275/rmiq/Alim2406>

- Lourenço, S. C., Moldão-Martins, M., & Alves, V. D. (2020). Microencapsulation of Pineapple Peel Extract by Spray Drying Using Maltodextrin, Inulin, and Arabic Gum as Wall Matrices. *Foods*, 9(6), 718. <https://doi.org/10.3390/foods9060718>
- Mala, T., Piayura, S., & Itthivadhanapong, P. (2024). Characterization of dried pineapple (*Ananas comosus* L.) peel powder and its application as a novel functional food ingredient in cracker product. *Future Foods*, 9, 100322. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100322>
- McCleary, B. V., Sloane, N., & Draga, A. (2015). Determination of total dietary fibre and available carbohydrates: A rapid integrated procedure that simulates in vivo digestion. *Starch - Stärke*, 67(9–10), 860–883. <https://doi.org/10.1002/star.201500017>
- Meena, L., Sengar, A. S., Neog, R., & Sunil, C. K. (2022). Pineapple processing waste (PPW): Bioactive compounds, their extraction, and utilisation: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 59(11), 4152–4164. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05271-6>
- Mustapha, B. O., Aderibigbe, O. R., Idowu, O. O., & Otunla, C. A. (2024a). Evaluation of the nutritional and chemical composition of crackers developed from blends of wheat, unripe plantain, and mushroom flour. *Food and Humanity*, 3, 100379. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100379>
- Naseeha, N. F., Pushparaja, V., & Vasantharuba, S. (2023). Development of composite biscuits incorporated with pineapple (*Ananas comosus*) peel powder and evaluation of their quality characters. *Tropical Agricultural Research and Extension*, 26(3), 151–161. <https://doi.org/10.4038/tare.v26i3.5643>
- Ngouénam, J. R., Momo Kenfack, C. H., Foko Kouam, E. M., Kaktcham, P. M., Maharjan, R., & Ngoufack, F. Z. (2021). Lactic acid production ability of *Lactobacillus* sp. From four tropical fruits using their by-products as carbon source. *Heliyon*, 7(5), e07079. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07079>
- Obayomi, O. V., Folakemi Olaniran, A., & Olugbemiga Owa, S. (2024). Unveiling the role of functional foods with emphasis on prebiotics and probiotics in human health: A review. *Journal of Functional Foods*, 119, 106337. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2024.106337>
- Olaniran, A. F., Osemwegie, O., Taiwo, E. A., Okonkwo, C. E., Ojo, O. A., Abalaka, M., Malomo, A. A., Iranloye, Y. M., Akpor, O. B., Bamidele, O. P., & Michael, T. (2023). Application and Acceptability of Microbiomes in the Production Process of Nigerian Indigenous Foods: Drive towards Responsible Production and Consumption. *Preventive Nutrition and Food Science*, 28(2), 108–120. <https://doi.org/10.3746/pnf.2023.28.2.108>
- Oliveira, V. C. D., Lopes, I. G., Silva, A. L. S., Moraes, A. R. F. E., Mendes, F. Q., & Oliveira, I. R. N. D. (2024). Use of pineapple peel for the formulation of cookies and crackers. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 22(8). <https://doi.org/10.55905/oelv22n8-072>
- Olszewska-Widdrat, A., Alexandri, M., López-Gómez, J. P., Schneider, R., & Venus, J. (2020). Batch and Continuous Lactic Acid Fermentation Based on A Multi-Substrate Approach. *Microorganisms*, 8(7), 1084. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8071084>
- Peleg, M. (2019). The instrumental texture profile analysis revisited. *Journal of Texture Studies*, 50(5), 362–368. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12392>
- Presti, I., D'Orazio, G., Labra, M., La Ferla, B., Mezzasalma, V., Bizzaro, G., Giardina, S., Michelotti, A., Tursi, F., Vassallo, M., & Di Gennaro, P. (2015). Evaluation of the probiotic properties of new *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains and their in vitro effect. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 99(13), 5613–5626. <https://doi.org/10.1007/s00253-015-6482-8>
- Rinninella, E., Raoul, P., Cintoni, M., Franceschi, F., Miggiano, G. A. D., Gasbarrini, A., & Mele, M. C. (2019). What is the Healthy Gut Microbiota Composition? A Changing Ecosystem across Age, Environment, Diet, and Diseases. *Microorganisms*, 7(1), 14. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7010014>

- Santos, D. I., Martins, C. F., Amaral, R. A., Brito, L., Saraiva, J. A., Vicente, A. A., & Moldão-Martins, M. (2021). Pineapple (*Ananas comosus* L.) By-Products Valorization: Novel Bio Ingredients for Functional Foods. *Molecules*, 26(11), 3216. <https://doi.org/10.3390/molecules26113216>
- Solval, K. M., Chouljenko, A., Chotiko, A., & Sathivel, S. (2019). Growth kinetics and lactic acid production of *Lactobacillus plantarum* NRRL B-4496, *L. acidophilus* NRRL B-4495, and *L. reuteri* B-14171 in media containing egg white hydrolysates. *LWT*, 105, 393–399. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.01.058>
- Starowicz, M., & Zieliński, H. (2019). How Maillard Reaction Influences Sensorial Properties (Color, Flavor and Texture) of Food Products? *Food Reviews International*, 35(8), 707–725. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1600538>
- Stojanovska, L., Ali, H. I., Kamal-Eldin, A., Souka, U., Al Dhaheri, A. S., Cheikh Ismail, L., & Hilary, S. (2023). Soluble and Insoluble Dietary Fibre in Date Fruit Varieties: An Evaluation of Methods and Their Implications for Human Health. *Foods*, 12(6), 1231. <https://doi.org/10.3390/foods12061231>
- Sukirah, A. R., Suhaimi, M., Uswatun, H. Z., Koh, S. P., & Shukor, M. Y. A. (2023). Local pineapple waste as potential bio-ingredient. *Food Research*, 6(3), 35–44. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.6\(S3\).002](https://doi.org/10.26656/fr.2017.6(S3).002)
- Toscano, M., De Vecchi, E., Gabrieli, A., Zuccotti, G. V., & Drago, L. (2015). Probiotic characteristics and in vitro compatibility of a combination of *Bifidobacterium breve* M-16 V, *Bifidobacterium longum* subsp. *infantis* M-63 and *Bifidobacterium longum* subsp. *longum* BB536. *Annals of Microbiology*, 65(2), 1079–1086. <https://doi.org/10.1007/s13213-014-0953-5>
- Zafar, J., Iahtisham-Ul-Haq, Nayik, G. A., Ramniwas, S., Mugabi, R., Ali Alharbi, S., & Ansari, M. J. (2024). Studies on the growth of *Lactobacillus reuteri*, *Bifidobacterium* and *Escherichia coli* as affected by prebiotic extracted from citrus peel. *International Journal of Food Properties*, 27(1), 783–798. <https://doi.org/10.1080/10942912.2024.2365220>
- Zain, N. M., Ishak, S. S., & Jelani, M. A. (2022). Effect of Adding Pineapple (*Ananas Comosus*) Pulp to the Sensory and Physicochemical Properties of Oat Flour Cookies. *Politeknik & Kolej Komuniti Journal of Engineering and Technology*, 1.
- Zhu, F. (2020). Dietary fiber polysaccharides of amaranth, buckwheat and quinoa grains: A review of chemical structure, biological functions and food uses. *Carbohydrate Polymers*, 248, 116819. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116819>

