

Sifat Mikrobiologi, Serat Pangan, dan Kandungan Zat Gizi pada Bubuk Yoghurt dari Kacang-Kacangan dan Salak Lokal yang Diproses melalui Fluidisasi

Microbiological Properties, Dietary Fiber, and Nutritional Content of Fluidized Bed-Dried Local Legumes and Salak Yogurt Powder

Irma Nuraeni^{1,2}, Sumarto Sumarto^{1,2*}, Ani Radiati^{1,2}

¹Jurusan Gizi, Politeknik Kesehatan Tasikmalaya, Indonesia

²Health And Disaster Emergency (HADE) Center, Pusat Unggulan IPTEKS (PUI), Politeknik Kesehatan Tasikmalaya, Indonesia

INFO ARTIKEL

Received: 31-12-2024

Accepted: 03-06-2025

Published online: 12-09-2025

*Koresponden:

Sumarto Sumarto

sumarto@dosen.poltekkestasikmalaya.ac.id



DOI:

10.20473/amnt.v9i3.2025.506-513

Tersedia secara online:

<https://e-journal.unair.ac.id/AMNT>

Kata Kunci:

Bakteri Asam Laktat, Fluidized Bed Dryer, Kacang Lokal, Kandungan Zat Gizi, Serat Pangan

ABSTRAK

Latar Belakang: Tantangan dalam pembuatan Bubuk Yoghurt (BY) adalah diperlukannya teknologi pengeringan untuk mempertahankan probiotik dengan teknologi pengeringan yang dapat diadopsi oleh Usaha Kecil Menengah (UKM). Pilihan teknologi tersebut adalah *Fluidized Bed Dryer* (FBD) yang dapat membuat BY dari kacang-kacangan lokal dan salak.

Tujuan: Menganalisis jumlah Bakteri Asam Laktat (BAL), Serat Pangan (SP), dan Kandungan Gizi (KG) pada kacang-kacangan lokal dan Tepung Salak (TS) yang diolah dengan FBD.

Metode: Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengolahan Pangan Jurusan Gizi Poltekkes Kemenkes Tasikmalaya. Rancangan penelitian adalah eksperimen dengan 4 perlakuan. Perlakuan tersebut yaitu Bubuk Yoghurt Kacang Hijau (MYP), Kacang Merah Garut (RYP), Salak Manonjaya-Kacang Hijau (MS-MYP), dan Salak Manonjaya-Kacang Merah Garut (MS-RYP). Parameter yang diukur adalah sifat mikrobiologi, SP, dan KG, yaitu energi, energi dari lemak, abu, air, karbohidrat, lemak, protein, gula, kolesterol, natrium, seng, besi, kalsium, dan jumlah BAL. Perbedaan KG dianalisis dengan uji Kruskal-Wallis.

Hasil: Semua BY memiliki jumlah BAL di atas nilai Standar Nasional Indonesia yaitu 8×10^8 - 1×10^{10} cfu/g. Kandungan SP pada BY lebih tinggi pada produk yang ditambahkan TS Manonjaya. Total abu, besi, dan kalsium lebih tinggi pada yoghurt kacang dengan penambahan TS. Namun, kandungan natrium lebih rendah pada yoghurt kacang yang mengandung TS. Kandungan zat gizi lainnya relatif sama dengan yoghurt kacang dengan atau tanpa penambahan TS.

Kesimpulan: BY kacang lokal yang ditambahkan TS memiliki kandungan BAL dan SP lebih tinggi dibandingkan hanya kacang. Total abu, terutama zat besi, dan kalsium, memiliki kandungan lebih tinggi dalam yoghurt kacang dengan tambahan TS dibandingkan dengan yoghurt kacang saja.

PENDAHULUAN

Yoghurt telah mendapatkan popularitas yang luar biasa di seluruh dunia sebagai produk susu fermentasi karena berbagai manfaatnya bagi kesehatan. Umur simpan yoghurt dapat diperpanjang melalui proses pengeringan beku dengan waktu cukup singkat¹. Yoghurt adalah produk susu fermentasi yang sangat mudah rusak dan basi karena ketidakstabilan keberadaan probiotik hidup seperti bakteri asam laktat dan penyebab kerusakannya lainnya. Oleh karena itu, perlu dicari cara untuk mengawetkannya dan memberikan umur simpan lebih lama dalam kondisi lebih stabil stabil².

Peningkatan permintaan alternatif produk susu berbahan nabati tradisional telah menyebabkan peningkatan upaya penelitian dan pengembangan.

Diantara alternatif-alternatif tersebut, yoghurt berbahan dasar kacang-kacangan telah muncul sebagai pilihan yang menjanjikan karena nilai gizi dan potensi manfaat kesehatannya. Makalah ini akan membahas proses pembuatan bubuk yoghurt dari kacang-kacangan, komposisi zat gizi, dan potensi penerapannya³⁻⁵.

Kacang-kacangan lokal Indonesia, khususnya kacang hijau dan kacang merah Garut, merupakan bahan baku non-susu lainnya yang dapat digunakan sebagai substrat alternatif dalam yoghurt. Selain itu, dapat juga menggunakan tepung salak Manonjaya, yang tinggi serat dan karbohidrat, sebagai bahan kombinasi yoghurt untuk menciptakan produk sinbiotik¹. Salak Manonjaya merupakan salah satu varietas asli Indonesia yang saat ini popularitasnya mulai menurun karena kualitas rasa yang

kurang disukai dibandingkan salak yang ada di pasaran saat ini. Oleh karena itu, perlu dilakukan revitalisasi pemanfaatan salak, salah satunya melalui pengolahan menjadi tepung. Tepung salak Manonjaya memiliki kandungan gizi yang cukup baik dan berpotensi meningkatkan derajat kesehatan bagi yang mengonsumsinya. Tepung Salak Manonjaya dapat diterima sebagai bahan baku produk olahan yang sangat bervariasi. Tepung salak Manonjaya memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi, terutama serat pangan sebesar 32%. Selain itu, tepung salak Manonjaya memiliki kadar air yang cukup rendah yaitu 7%, sehingga berpotensi untuk memperpanjang umur simpannya⁶.

Tantangan dalam pembuatan bubuk yoghurt adalah diperlukannya teknologi pengeringan untuk mempertahankan probiotik dalam produk. Salah satu teknologi pengeringan bubuk yoghurt untuk memperpanjang umur simpan adalah teknologi pengeringan beku¹. Namun, teknologi ini masih sulit diterapkan oleh UKM karena harganya yang mahal. Sebuah teknologi sederhana, yaitu *fluidized bed dryer*, dapat digunakan untuk membuat bubuk yoghurt dari kacang-kacangan lokal dan salak. Di bidang pengolahan dan pengawetan makanan, metode fluidisasi telah diterapkan untuk pengembangan produk, efisiensi energi, dan kualitas produk secara keseluruhan⁷. Penerapan teknologi FBD dalam produksi bubuk yoghurt menghadirkan pendekatan inovatif untuk mencapai proses pengeringan yang efisien dengan tetap menjaga kualitas penting seperti kelangsungan hidup probiotik, integritas rasa, dan stabilitas produk.

FBD atau pengeringan dengan sistem fluidisasi menawarkan cara yang sangat efisien untuk mengurangi kadar air dari yoghurt, dengan memanfaatkan mekanisme unik di mana partikel-partikel tersuspensi dalam aliran udara ke atas, sehingga menciptakan kondisi seperti cairan. Proses ini memungkinkan terjadinya perpindahan panas dan massa yang seragam, yang menghasilkan pengeringan yang lebih cepat dibandingkan dengan metode konvensional. Karakteristik perpindahan panas yang ditingkatkan dari FBD menjadikannya solusi ideal untuk mengeringkan produk yang peka terhadap panas, seperti bubuk yoghurt yang kaya akan probiotik hidup, karena dapat mencapai tingkat pengurangan kadar air yang tinggi tanpa membuat produk mengalami degradasi termal yang berlebihan⁸. Pengeringan cepat ini mengurangi paparan senyawa bioaktif yang sensitif terhadap panas yang berkepanjangan, sehingga menjaga kualitas fungsionalnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jumlah BAL, serat pangan, dan kandungan zat gizi pada kacang-kacangan lokal dan bubuk salak yang diproses dengan *fluidized bed dryer*. Parameter-parameter tersebut mengindikasikan kualitas yoghurt bubuk yang dihasilkan dalam penelitian ini. Ketahanan BAL mencerminkan keberadaan probiotik dalam bubuk yoghurt, sedangkan kandungan serat pangan yang tinggi menunjukkan keberadaan prebiotik. Parameter kandungan zat gizi menunjukkan kualitas yoghurt bubuk yang berasal dari sumber nabati dan dibandingkan dengan standar.

METODE

Penelitian ini merupakan eksperimental dengan 4 perlakuan. Perlakuan tersebut yaitu MYP, RYP, MS-MYP, dan MS-RYP. Komposisi MYP 100% terbuat dari kacang hijau, RYP 100% terbuat dari Kacang Merah Garut, sedangkan MS-MYP terdiri dari 100% MYP yang disubstitusi dengan 20% salak Manonjaya, serta MS-RP terdiri dari 100% RYP yang ditambahkan dengan 20% MS. Bahan baku untuk membuat bubuk yoghurt diperoleh dari pasar lokal di Tasikmalaya, Jawa Barat, Indonesia. Bahan baku yang digunakan adalah tepung Kacang Merah Garut (*Phaseolus vulgaris L.*), Kacang Hijau (*Vigna radiata*), dan Salak Manonjaya (*Salacca zalacca*). Proses pembuatan yoghurt tepung salak dan kacang-kacangan lokal, serta pengujian sifat mikrobiologi dilakukan di Laboratorium Teknologi Pangan Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan Kemenkes Tasikmalaya. Sementara itu, pengujian serat pangan dan kandungan gizi dilakukan di PT Saraswati Indo Genetech Bogor.

Parameter dalam penelitian ini adalah sifat mikrobiologis, serat pangan, dan kandungan zat gizi lainnya. Sifat mikrobiologi yang diukur adalah jumlah BAL. Uji jumlah koloni Bakteri Asam Laktat menggunakan media *Man Ragosa Sharpe* Agar (MRSA) Penelitian ini juga mengukur kandungan gizi lainnya, seperti kalori, abu, kadar air, karbohidrat, lemak, protein, gula, kolesterol, natrium, seng, zat besi dan kalsium. Parameter kandungan gizi diukur dengan analisis proksimat yang terdiri dari kandungan energi, karbohidrat, lemak, protein, kadar air, dan total mineral. Parameter mikronutrien diukur dengan uji terstandarisasi, seperti *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) berdasarkan prosedur 18-13-1/MU/SMM-SIG (ICP OES), yaitu seng (Zn), zat besi (Fe), dan kalsium (Ca). Alat-alat yang digunakan adalah *fluidized bed dryer*, cawan petri, sendok stainless, blender, tabung reaksi, gelas ukur, erlenmeyer, spatula stainless, rak tabung reaksi, alumunium foil, autoklaf, baskom, panci, sendok sayur, ayakan, toples kaca, inkubator, plastik pembungkus, dan termometer. Bahan-bahan yang digunakan adalah salak Manonjaya, kacang merah garut, kacang hijau, NaCl, aquades, media MRS agar, air mineral, gula pasir, dan starter yoghurt. Proses pembuatan tepung salak Manonjaya didasarkan pada hasil penelitian yang tercantum pada artikel prosiding Sumarto et al. tahun 2016⁶. Sementara itu, proses pembuatan tepung kacang hijau dan kacang merah Garut adalah dengan merendam dan merebus kacang hijau hingga kulit ari terkelupas, menambahkan air, dan kemudian disaring. Sari kacang direbus kembali, dan ditambahkan starter yoghurt dan diinkubasi. Setelah menjadi yoghurt, disimpan dalam cangkir dan dimasukkan ke dalam pengering cairan untuk proses pengeringan hingga berubah warna dan kemudian diblender hingga halus menjadi tepung. Produk tepung MS-MYP dan MS-RYP memiliki prosedur yang sama dengan yoghurt kacang, hanya saja pada saat perebusan ditambahkan tepung salak Manonjaya hingga 20% dari volume sari kacang.

Parameter yang diukur pada setiap perlakuan dinilai secara duplo. Perbedaan parameter kandungan zat gizi dianalisis dengan uji Kruskal-Wallis. Signifikansi statistik ditentukan pada tingkat 0,05. Perbedaan antara

dua atau lebih nilai akan dianggap signifikan secara statistik jika terindikasi. Penelitian ini telah disetujui oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan Politeknik Kesehatan Tasikmalaya, dengan No: DP.04.03/16/80/2023, Tanggal: 11 Juli 2023.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Yoghurt kering masih jarang ditemukan, meskipun merupakan salah satu produk susu yang paling populer dikonsumsi secara global. Yoghurt bubuk adalah bahan makanan yang dianggap sehat dan dapat ditambahkan atau digunakan sebagai suplemen pada produk susu, minuman, kue, dan es krim⁹. Yoghurt adalah produk susu yang dihasilkan dari fermentasi asam laktat melalui aktivitas bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Mikroorganisme probiotik

terdapat dalam yoghurt. Mikroorganisme hidup yang dikenal sebagai probiotik adalah mikroorganisme yang masuk ke dalam tubuh dalam jumlah yang cukup untuk meningkatkan kesehatan inang. Baik susu nabati maupun hewani dapat digunakan sebagai bahan dasar yoghurt. Kacang hijau dan kacang merah merupakan salah satu jenis bahan baku nabati yang dapat dimanfaatkan. Meskipun banyak tersedia di Indonesia, kacang hijau belum dimanfaatkan secara maksimal sebagai bahan pangan pengganti beras, padahal memiliki nilai gizi yang tinggi¹⁰. Kacang merah memiliki rasa dan aroma yang lebih enak daripada kacang-kacangan lainnya. Kacang merah mengandung karbohidrat kompleks, protein, vitamin B, zat besi, kalsium, fosfor, serat, dan flavonoid. Yoghurt kacang merah merupakan salah satu produk baru hasil fermentasi kacang merah.



MYP



RYP



MS-MYP



MS-RYP

Gambar 1. Penampilan yoghurt dalam beberapa perlakuan

Mempertahankan kelangsungan hidup probiotik dalam bubuk yoghurt merupakan tantangan yang signifikan, karena probiotik rentan terhadap suhu tinggi yang biasanya digunakan dalam proses pengeringan. Pada *fluidized bed dryers*, kemampuan untuk mengontrol suhu dan aliran udara secara lebih tepat meminimalkan kerusakan termal pada probiotik. Studi lain menunjukkan bahwa teknologi FBD dapat mempertahankan kelangsungan hidup strain probiotik seperti *Lactobacillus acidophilus* dan *Bifidobacterium bifidum* lebih baik daripada metode pengeringan *spray* tradisional¹¹. Hal ini sangat penting untuk produksi komersial bubuk yoghurt yang ditujukan untuk pasar makanan fungsional, di mana pengawetan probiotik sangat penting untuk klaim

kesehatan. Bubuk yoghurt nabati ini mendukung program diet yang berkelanjutan¹².

Selain itu, penelitian lain melaporkan bahwa pengeringan terfluidisasi menguntungkan dalam mempertahankan senyawa bioaktif lainnya seperti vitamin dan enzim¹³. Perpindahan panas yang efisien dalam FBD mencegah panas berlebih yang biasa terjadi pada metode seperti pengeringan *spray*, di mana partikel bubuk terpapar pada suhu tinggi selama atomisasi. Hal ini mendukung produksi bubuk yoghurt dengan manfaat nutrisi dan fungsional yang lebih baik. Teknologi ini berpotensi untuk diterapkan oleh UKM dengan biaya yang relatif rendah. Tidak seperti teknologi lain yang menghasilkan produk makanan berserat tinggi dengan harga tinggi, metode ini tetap terjangkau¹⁴.

Tabel 1. Jumlah Koloni BAL Probiotik dan Kandungan Serat Pangan pada Bubuk Yoghurt dengan Metode *Fluidized Bed Dryer*

Perlakuan	Jumlah Koloni Bakteri Asam Laktat (unit per g atau per ml)	Serat Pangan (%)
MYP	8 x 10 ⁸	8,74
RYP	5 x 10 ⁹	10,56
MS-MYP	7 x 10 ⁹	10,83
MS-RYP	1 x 10 ¹⁰	14,90

BAL dalam yoghurt mengubah laktosa menjadi asam laktat sebagai metabolit. Metabolit ini dikeluarkan dari sel dan terakumulasi dalam cairan fermentasi. Para peneliti yang memanfaatkan bahan baku lokal telah mengeksplorasi berbagai produk yoghurt sinbiotik secara komprehensif⁴. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semua perlakuan yoghurt memiliki total BAL 8 x 10⁸ - 1 x 10¹⁰ cfu/g di atas minimal 10⁷ cfu/g (Tabel 1), yang berarti telah memenuhi standar yang dipersyaratkan dalam SNI tentang populasi bakteri asam laktat dalam yoghurt¹⁵. Yoghurt adalah salah satu makanan fungsional yang memiliki manfaat yang sangat baik untuk kesehatan

manusia. Bakteri yang digunakan dalam proses fermentasi adalah probiotik. Probiotik yang terkandung dalam yoghurt terbukti dapat mencegah penyakit dan memiliki manfaat bagi kesehatan, sehingga konsumsi yoghurt setiap hari sangat dianjurkan¹⁶. Penelitian lain melaporkan bahwa konsumsi probiotik yang cukup, termasuk yang berasal dari BAL, dapat memberikan dampak positif bagi kesehatan anak-anak dan remaja¹⁷. Jika bakteri asam laktat berada dalam bentuk tidak hidup, yang dikenal sebagai postbiotik, mereka masih dapat memberikan efek positif bagi kesehatan mereka yang mengonsumsinya¹⁸.

Tabel 2. Kandungan Zat Gizi Yoghurt Bubuk Kacang Lokal dan Salak Metode *Fluidized Bed - Dried*

Parameter	Rata-Rata±Simpangan Baku				p-value
	MYP	RYP	MS-MYP	MS-RYP	
Total Kalori (kkal/100 g)	363,07±0,71	359,90±0,07	365,04±0,18	357,42±1,36	0,083
Kalori dari Lemak (kkal/100 g)	10,67±0,19	12,87±0,13	10,94±0,19	13,99±0,32	0,092
Abu (%)	1,37±0,04	2,04±0,02	1,53±0,02	2,26±0,03	0,083
Kelembapan (%)	9,35±0,17	9,78±0,57	8,74 ± 0,09	10,33±0,27	0,083
Karbohidrat (%)	70,68±0,39	68,42±0,14	74,32±0,14	69,02±0,45	0,083
Total Lemak (%)	1,19±0,02	1,43±0,01	1,22±0,02	1,55±0,04	0,092
Protein (%)	17,43±0,16	18,36±0,19	14,21±0,23	16,84±0,19	0,083
Total Gula (%)	25,37±0,03	21,97±0,13	34,12±0,82	25,73±0,48	0,092
Kolesterol (mg/100 g)	Not Detected (<0,18)	Not Detected (<0,18)	Not Detected (<0,18)	Not Detected (<0,18)	-
Natrium (mg/100 g)	31,05±0,13	18,80±0,03	42,54±0,95	16,26±0,05	0,083
Seng (mg/100 g)	2,04±0,02	1,56±0,01	1,49±0,00	1,29±0,01	0,080
Zat Besi (mg/100 g)	0,63±0,01	3,52±0,03	1,88±0,01	2,76±0,00	0,083
Kalsium (mg/100 g)	49,70±0,67	55,24±0,30	88,08±0,25	75,71±0,35	0,080

*) signifikan, Kruskal Wallis

Kandungan zat gizi terutama karbohidrat dan serat yang terdapat pada tepung salak Manonjaya hasil penelitian ini dapat menjadi sumber energi bagi BAL. Peningkatan sumber energi tersebut dapat merangsang pertumbuhan BAL dalam memproduksi asam laktat sehingga berpengaruh terhadap nilai pH¹. Menurut penelitian lain, kandungan serat dalam bubuk yoghurt dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri asam laktat dan bermanfaat bagi sistem pencernaan¹⁹. Populasi BAL yang tinggi pada yoghurt dapat berdampak baik bagi kesehatan manusia. Pada penelitian ini, MS-RYP memiliki jumlah bakteri asam laktat dan serat pangan yang paling tinggi jika dibandingkan dengan MS-MYP, MYP, dan RYP. Penambahan salak Manonjaya yang memiliki kandungan serat yang tinggi pada yoghurt kacang-kacangan dimaksudkan sebagai prebiotik yang memiliki sifat antimikroba, karena kandungan gulanya yang tinggi.

Pada penelitian lain, produk yoghurt berbasis kacang hijau dan kacang merah yang diperkaya dengan madu memiliki total padatan non-lemak yang lebih tinggi dibandingkan produk yoghurt berbasis susu sapi karena kandungan serat yang lebih tinggi pada kacang hijau dan

kacang merah. Hal inilah yang membuat produk yoghurt tersebut masuk dalam kriteria yoghurt rendah lemak. Begitu juga dengan hasil penelitian ini bahwa produk bubuk yoghurt berbahan dasar kacang hijau dan kacang merah Garut, baik yang ditambahkan dengan salak Manonjaya maupun tidak, masuk dalam kriteria yoghurt rendah lemak jika 0,6%-2,9%. Pada penelitian ini, semua produk berada pada kisaran kadar lemak di atas 1%-1,5%²⁰ (Tabel 2).

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar protein pada MYP, RYP, MS-MYP, dan MS-RYP berturut-turut dari hasil analisis kuantitatif yang dilakukan sebanyak dua kali terhadap sampel yang sama adalah 17,43%, 18,36%, 14,21%, dan 16,84%. Data tersebut menunjukkan bahwa semua yoghurt bubuk sudah memenuhi karakteristik mutu Standar Nasional Indonesia (SNI) yoghurt karena kadar protein yang disyaratkan oleh SNI adalah minimal 2,7%. Data tersebut sejalan dengan kajian yang dilakukan terhadap produk fermentasi nabati, yang melaporkan bahwa produk tersebut memiliki kadar protein yang relatif rendah¹². Berdasarkan data pada Tabel 2, hasil analisis kadar abu pada seluruh

bubuk yoghurt belum memenuhi karakteristik mutu SNI yoghurt, dengan hasil yang melebihi kadar abu maksimum 1,0%. Analisis kuantitatif menunjukkan kisaran kadar abu sebesar 1,37-2,26%.

Proses pengeringan sangat penting untuk menjaga umur simpan dan portabilitas yoghurt. Namun, kondisi pengeringan dapat secara signifikan memengaruhi kelangsungan hidup BAL, yang sangat penting untuk zat gizi dan sifat fungsional yoghurt. Penelitian ini mempelajari potensi penambahan salak Manonjaya ke dalam bubuk yoghurt berbasis kacang-kacangan untuk meningkatkan nilai gizi dan sifat fungsionalnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan buah salak secara signifikan meningkatkan kandungan serat pangan dari semua bubuk yoghurt, dengan MS-RYP menunjukkan kandungan serat tertinggi sebesar 14,90%. Hal ini disebabkan oleh kandungan serat yang tinggi secara alami pada salak, yang dikenal dengan sifat prebiotiknya yang dapat meningkatkan kesehatan usus²¹.

Selain itu, jumlah BAL dalam semua bubuk yoghurt ditemukan dalam kisaran yang dapat diterima, yang mengindikasikan fermentasi yang berhasil dan adanya mikroorganisme probiotik yang menguntungkan. MS-RYP menunjukkan jumlah BAL tertinggi yaitu 1×10^{10} cfu/g, yang menunjukkan bahwa penambahan salak tidak berdampak buruk pada kelangsungan hidup BAL selama proses pengeringan. Peningkatan kandungan serat pangan dan jumlah BAL yang tinggi pada MS-RYP berpotensi sebagai pangan fungsional dengan manfaat gizi yang lebih baik. Kombinasi serat prebiotik dari buah salak dan probiotik BAL dapat berkontribusi pada peningkatan kesehatan usus, fungsi kekebalan tubuh, dan kesehatan secara keseluruhan²¹.

Total abu, zat besi, dan kalsium lebih tinggi pada yoghurt kacang-kacangan dengan penambahan salak Manonjaya. Namun, kandungan natrium lebih rendah pada yoghurt kacang-kacangan yang mengandung tepung salak. Kandungan zat gizi lainnya relatif sama antara yoghurt kacang-kacangan dengan atau tanpa penambahan tepung salak.

Data pada Tabel 2 menyajikan analisis perbandingan kandungan gizi berbagai bubuk yoghurt yang terbuat dari kacang hijau, kacang merah Garut, dan kombinasinya dengan salak Manonjaya yang diproses menggunakan metode *fluidized bed drying*. Berdasarkan hasil uji beda statistik menunjukkan tidak ada perbedaan kandungan gizi di antara 4 kelompok percobaan. Kandungan kalori total semua bubuk yoghurt dalam penelitian ini berkisar antara 357,42 - 365,04 kkal/100 g, yang sejalan dengan kandungan kalori pada umumnya. Khususnya, MS-MYP memiliki kandungan kalori tertinggi yaitu 365,04 kkal/100 g, sedangkan MS-RYP menunjukkan nilai yang sedikit lebih rendah, yaitu 357,42 kkal/100 g. Variasi yang kecil ini disebabkan oleh perbedaan dalam komposisi karbohidrat dan protein, yang merupakan kontributor utama dari kandungan kalori. Kandungan karbohidrat sangat bervariasi di antara bubuk, dengan MS-MYP memiliki kandungan karbohidrat tertinggi (74,32%), diikuti oleh MYP (70,68%), dan RYP (68,42%). Yoghurt bubuk berbasis buah salak umumnya menunjukkan nilai karbohidrat yang lebih tinggi karena adanya tambahan gula dari salak. Kadar karbohidrat yang

lebih tinggi yang diamati pada MS-MYP selaras dengan temuan penelitian lain, yang melaporkan bahwa bubuk yoghurt berbasis buah cenderung memiliki kadar karbohidrat yang lebih tinggi, karena buah-buahan menyumbangkan gula alami seperti glukosa dan fruktosa²². Kandungan karbohidrat yang tinggi ini membuat bubuk ini menjadi sumber energi yang baik.

Kandungan protein, indikator utama dari nilai gizi yoghurt, adalah yang tertinggi pada RYP (18,36%), diikuti oleh MYP (17,43%). Kehadiran kacang-kacangan dalam bubuk ini diketahui dapat meningkatkan profil proteinnya, karena kacang-kacangan merupakan sumber protein nabati yang kaya²³. Sebaliknya, bubuk yoghurt Salak Manonjaya menunjukkan kandungan protein yang lebih rendah, dengan MS-MYP dan MS-RYP masing-masing sebesar 14,21% dan 16,84%. Penurunan protein ini dapat disebabkan oleh efek pengenceran dari buah salak yang ditambahkan, yang memiliki kandungan protein yang lebih rendah dibandingkan dengan kacang-kacangan. Kandungan lemak relatif rendah pada semua sampel, berkisar antara 1,19% hingga 1,55%. MS-RYP memiliki kandungan lemak tertinggi (1,55%), yang dapat dijelaskan oleh kandungan lemak yang sedikit lebih tinggi dari kacang merah yang digunakan dalam formulasi ini. Kandungan rendah lemak membuat bubuk yoghurt ini ideal untuk konsumen yang mencari pilihan makanan rendah lemak. Efisiensi proses melalui fluidisasi dalam mengurangi kelembapan sekaligus mempertahankan komposisi nutrisi mendukung retensi lemak alami dalam bubuk, seperti yang dijelaskan oleh penelitian lain²⁴.

Kandungan natrium tertinggi terdapat pada MS-MYP (42,54 mg/100 g), yang diperkirakan karena adanya natrium alami pada buah salak. Sebagai perbandingan, RYP menunjukkan kadar natrium yang jauh lebih rendah (21,97 mg/100 g), yang membuatnya menjadi pilihan yang lebih baik bagi individu yang menjalani diet rendah natrium. Kadar seng mengikuti tren yang sama, dengan MYP menunjukkan konsentrasi seng tertinggi (2,04 mg/100 g), konsisten dengan temuan bahwa kacang-kacangan merupakan sumber seng yang baik²⁵. Hal ini menjadikan bubuk yoghurt kacang hijau sebagai sumber mikronutrien esensial yang berharga. Kandungan zat besi tertinggi terdapat pada RYP (3,52 mg/100 g), kemungkinan besar disebabkan oleh kandungan zat besi kacang merah Garut yang kaya. Zat besi merupakan mikronutrien penting untuk mencegah anemia, dan dengan demikian, RYP dapat menjadi sumber makanan yang baik bagi mereka yang membutuhkan asupan zat besi yang lebih tinggi. Di sisi lain, kandungan kalsium tertinggi terdapat pada MS-MYP (88,08 mg/100 g). Kombinasi salak dan kacang hijau kemungkinan besar berkontribusi pada kandungan kalsium yang lebih tinggi ini, yang mendukung kesehatan tulang. Studi lain mengkonfirmasi bahwa memasukkan buah seperti salak, yang secara alami kaya akan kalsium, dapat meningkatkan kandungan kalsium pada bubuk yoghurt, sehingga lebih bermanfaat bagi konsumen yang mencari asupan kalsium yang lebih tinggi¹³. Meskipun mineral lain tidak diukur dalam penelitian ini, keterbatasan yoghurt bubuk ini adalah kandungan yodiumnya yang rendah, mirip dengan yoghurt nabati pada umumnya²⁶.

Kandungan zat gizi dari bubuk yoghurt ini menunjukkan potensinya sebagai makanan fungsional,

terutama dalam mengatasi kekurangan zat gizi. Kandungan protein yang tinggi pada RYP membuatnya cocok untuk individu yang mencari alternatif protein nabati, sementara kandungan karbohidrat yang lebih tinggi pada MS-MYP membuatnya menjadi produk padat energi yang ideal untuk atlet atau individu yang membutuhkan asupan kalori yang lebih tinggi. Kandungan rendah lemak dan mineral esensial (kalsium, zat besi, seng) yang relatif tinggi membuat bubuk yoghurt ini bermanfaat bagi kesehatan dan kebugaran secara keseluruhan. Metode pengeringan terfluidisasi sangat efektif dalam mengawetkan komponen zat gizi ini, karena meminimalkan hilangnya vitamin dan mineral yang peka terhadap panas dibandingkan dengan metode pengeringan tradisional seperti pengeringan *spray* atau pengeringan beku²⁷. Selain itu, kadar air yang rendah yang dicapai dalam produk-produk ini (berkisar antara 8,74% hingga 10,33%) berkontribusi pada masa simpan yang lebih lama tanpa mengorbankan kualitas, yang selanjutnya mendukung kelangsungan industri dalam menggunakan teknologi FBD untuk produksi bubuk yoghurt.

Produk fermentasi yang berasal dari tanaman dari penelitian ini memiliki potensi untuk menjadi makanan fungsional dan memberikan manfaat kesehatan. Hal ini didukung oleh tinjauan terhadap berbagai produk fermentasi turunan tanaman serupa, yang melaporkan produksi komponen aktif seperti vitamin, peptida aktif, mineral, protein, dan molekul bioaktif yang berdampak positif terhadap kesehatan manusia. Komponen aktif tersebut dapat memberikan efek antioksidan, antimikroba, antiinflamasi, antikarsinogenik, dan antidiabetes²⁸. Sebagai produk makanan fermentasi, bubuk yoghurt dari penelitian ini memiliki potensi untuk memodulasi poros mikrobiota-usus-otak dan mendukung kesehatan mental²⁹.

Yoghurt bubuk dari penelitian ini merupakan bentuk sinbiotik, yang melibatkan interaksi antara probiotik dari bakteri asam laktat dan prebiotik dari tepung salak Manonjaya. Sebuah tinjauan yang dilakukan oleh peneliti lain menunjukkan bahwa sinbiotik memiliki potensi untuk mencegah kanker³⁰. Menurut penelitian lain, suplementasi sinbiotik telah dilaporkan dapat meningkatkan fungsi hati dan profil metabolik pada pasien dengan Penyakit Hati Berlemak Non-Alkohol/*Non-Alcoholic Fatty Liver Disease* (NAFLD)³¹.

KESIMPULAN

Yoghurt kacang-kacangan lokal yang ditambahkan tepung salak Manonjaya memiliki kandungan BAL dan serat pangan yang lebih tinggi dibandingkan dengan yoghurt dari bahan kacang-kacangan saja. Total abu, terutama zat besi dan kalsium, memiliki kandungan yang lebih tinggi pada yoghurt kacang-kacangan lokal yang ditambahkan tepung salak dibandingkan yoghurt kacang-kacangan saja. Berdasarkan hasil penelitian ini, bubuk yoghurt *Fluidized Bed-Dried* yang terdiri dari kombinasi kacang hijau, kacang merah Garut, dan tepung salak Manonjaya memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). Berdasarkan hasil saat ini, penelitian selanjutnya akan mencakup pengujian manfaat produk ini secara *in-vivo* untuk meningkatkan kesehatan usus.

Penelitian ini menunjukkan bahwa bubuk yoghurt yang dihasilkan dari kacang-kacangan dan salak Manonjaya dengan proses fluidisasi mengandung kadar BAL yang memenuhi SNI. Selain itu, yoghurt ini juga memiliki kadar zat gizi dan serat pangan yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai standar. Namun, verifikasi lebih lanjut diperlukan terkait viabilitas probiotik pasca fluidisasi, dan pengujian *in-vivo* direkomendasikan untuk memvalidasi sifat fungsionalnya.

ACKNOWLEDGEMENT

Kami ingin mengucapkan terima kasih kepada para asisten peneliti kami, yaitu Fini, Dinda, Destya, dan Nafisa atas dukungan mereka selama proyek penelitian ini dan bantuan mereka dalam pengumpulan dan analisis data.

KONFLIK KEPENTINGAN DAN SUMBER PENDANAAN

Semua penulis tidak memiliki konflik kepentingan dalam artikel ini. Penelitian ini didanai oleh Poltekkes Kemenkes Tasikmalaya berdasarkan SK Direktur Poltekkes Kemenkes Tasikmalaya No. DP.04.03/1/1316/2023.

KONTRIBUSI PENULIS

IN: konseptualisasi, investigasi, metodologi, supervisi, penulisan draf awal dan penyuntingan; SUM: konseptualisasi, investigasi, metodologi, supervisi, tinjauan penulisan dan penyuntingan; AR: supervisi, tinjauan penulisan.

REFERENSI

1. Sumarto, Radiati, A. & Nuraeni, I. Physical and Organoleptic Properties of Freeze-dried Local Beans and Salak Yogurt Powder. *J. Trop. Life Sci.* **13**, 311-318 (2023). <https://doi.org/10.11594/jtls.13.02.09>.
2. B. Sunitha, J. Naga Bhavya, G. Arvind & Sk. Farzana, K. Anusha. Production of Powdered Yoghurt by Spray Drying. *Int. J. Eng. Res.* **V5**, 668-678 (2016). <https://doi.org/10.17577/ijertv5is050791>.
3. Dhakal, D., T. Younas, RP. Bhusal, L. Devkota, CJ. Henry, . Dhital. Design Rules of Plant-Based Yoghurt-Mimic: Formulation, Functionality, Sensory Profile and Nutritional Value. *Food Hydrocolloids*, **142**, September 2023, 108786. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.108786>.
4. Zhang, X., Z. Zhang, A. Shen, T. Zhang, L. Jiang, H. El-Seedi, G. Zhang, X. Sui. Legumes as an alternative protein source in plant-based foods: Applications, challenges, and strategies. *Current Research in Food Science*, **9**, 2024, 100876. . doi: 10.1016/j.crfs.2024.100876.
5. Cichońska, P. & M. Ziarno. Legumes and Legume-Based Beverages Fermented with Lactic Acid Bacteria as a Potential Carrier of Probiotics and Prebiotics. *Microorganisms*, 2021 Dec

- 31;10(1):91.
doi: 10.3390/microorganisms10010091
6. Sumarto, S., Aprianty, D., Bachtiar, H. R. A. B. & Kristiana, L. Upaya Penyelamatan Salak Manonjaya, Tasikmalaya Melalui Pembuatan Tepung Sebagai Bahan Baku Produk Pangan Bernilai Gizi. in *Seminar Nasional Membangun Ketahanan Pangan Melalui Pemberdayaan Komoditas Lokal 16-22* (Unpad Press, Bandung, 2016).
 7. Senapati, A. et al. Fluidized Bed Drying of Food: A Review. *e-planet* **19**, 25-30 (2021).
 8. Podda, D., J. Palme, S. Das, M. Gaare, A. Nag, H. Singh. Effect of Fluidized Bed Drying, Matrix Constituents and Structure on the Viability of Probiotic *Lactobacillus paracasei* ATCC 55544 during Storage at 4 °C, 25 °C and 37 °C. *Microorganisms* **2022**, **10**(1), 74; <https://doi.org/10.3390/microorganisms10010074>
 9. Dos Santos, G., Nogueira, R. I. & Rosenthal, A. Powdered Yoghurt Produced by Spray Drying and Freeze Drying: A Review. *Brazilian J. Food Technol.* **21**, (2018).<http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.12716>
 10. Irmawan, R. F. Kualitas Yoghurt Kacang Hijau dengan Variasi Penambahan Pisang Ambon sebagai Prebiotik. (Universitas Gadjah Mada, 2017).
 11. Jensen, P. R., Hansen, A. M., & Clausen, S. D. Viability of Probiotics in Yogurt Powders Produced Using Fluidized Bed Drying. *Food Science and Technology International*, **26**(8), 678-685 (2020).
 12. Karabulut G, Goksen G, Mousavi Khaneghah A. Plant-Based Protein Modification Strategies towards Challenges. *J Agric Food Res* [Internet]. 2024;**15**(January):101017. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101017>
 13. Sharma, T., Bansal, V., & Singh, A. (2019). "Retention of Nutritional and Functional Properties in Yogurt Powder Dried Using Fluidized Bed Technology." *International Dairy Journal*, **98**, 95-102
 14. Badan Standardisasi Nasional Indonesia. *Standar Nasional Indonesia 2981:2009 Yogurt*. (2009).
 15. Al Faruq A, Farahnaky A, Torley PJ, Buckow R, Eri R, Majzoobi M. Sustainable Approaches to Boost Soluble Dietary Fibre in Foods: A path to Healthier Foods. *Food Hydrocoll* [Internet]. 2025;**162**(September 2024):110880. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.110880>
 16. Pratiwi, I. S. E., Darusman, F., Shalannandia, W. A. & Lantika, U. A. Review: Peranan Probiotik dalam Yogurt sebagai Pangan Fungsional terhadap Kesehatan Manusia. *Pros. Farm.* **6**, 1119-1124 (2020).
 17. Sari, S. M., Ningsih, A. W., Anwaril, F. & Nurrosyidah, I. H. Characteristic and Inhibitory Activity of Green and Red Beans Yoghurt Enriched With Honey Against Methicillin-Resistant Staphylococcus Aureus. *Berk. Ilm. Kim. Farm.* **8**, 20 (2021). <https://doi.org/10.20473/bikfar.v8i1.31208>
 18. Sanders, M. E. Probiotics in Human Health. *Journal of Nutrition*, **140**(3), 355-361 (2010).
 19. Mayta-Tovalino F, Maguiña-Quispe J, Barja-Ore J, Hernandez A V. Efficacy of Probiotic Consumption on Oral Outcomes in Children and/or Adolescents: A Meta-Analysis. *Int Dent J.* 2024;**4**. doi: 10.1016/j.identj.2024.06.013.
 20. Zhao X, Liu S, Li S, Jiang W, Wang J, Xiao J, et al. Unlocking The Power of Postbiotics: A Revolutionary Approach to Nutrition for Humans and Animals. *Cell Metab* [Internet]. 2024;**36**(4):725-44. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2024.03.004>
 21. Wang, Y., Zhang, S., & Li, J. Effect of Fruit Addition on the Nutritional Composition of Yogurt Powders. *Journal of Food Science and Technology*, **55**(6), 2357-2365 (2018).
 22. Singh, J., Patel, R., & Kumar, N. Legume-Based Functional Foods: Nutritional Properties and Health Benefits. *Journal of Plant-Based Foods*, **8**(4), 216-225 (2020).
 23. Le DT, Kumar G, Williamson G, Devkota L, Dhital S. (Poly)phenols and Dietary Fiber in Beans: Metabolism and Nutritional Impact in The Gastrointestinal Tract. *Food Hydrocoll* [Internet]. 2024;**156**(June):110350. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.110350>
 24. Kumar, A., & Patel, D. Energy Efficiency in Fluidized Bed Dryers for Yogurt Powder Production. *Journal of Sustainable Food Systems*, **18**(3), 77-89 (2022).
 25. Bansal, T., Chawla, R., & Sharma, S. Nutritional Value of Legume-Based Yogurt Powders. *International Journal of Food Science and Nutrition*, **70**(3), 145-152 (2019).
 26. Hazlett, R., C. Schmidmeier, JA. O'Mahony. Approaches for Improving the Flowability of High-protein Dairy Powders Post Spray Drying – A Review. *Powder Technology* 2021;**388**:26-40. DOI: 10.1016/j.powtec.2021.03.021
 27. Lundquist H, Hess J, Comeau M, Slavin J. Cow Milk is An Important Source of Iodine for Prenatal Health, and Switching to Plant-Based Milk Can Lead to Iodine Insufficiencies. *JDS Commun*

- [Internet]. 2024;**5**(3):181-4. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jdsc.2023-0424>
28. Khayatan D, Nouri K, Momtaz S, Roufogalis BD, Alidadi M, Jamialahmadi T, et al. Plant-Derived Fermented Products: An Interesting Concept for Human Health. *Curr Dev Nutr* [Internet]. 2024;**8**(5):102162. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2024.102162>
29. Balasubramanian R, Schneider E, Gunnigle E, Cotter PD, Cryan JF. Fermented foods: Harnessing Their Potential to Modulate The Microbiota-Gut-Brain Axis for Mental Health. *Neurosci Biobehav Rev* [Internet]. 2024;**158**(January):105562. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2024.105562>
30. Rowaiye A, Ibeanu GC, Bur D, Nnadi S, Mgbeke OE, Morikwe U. Gut Microbiota Alteration - Cancer Relationships and Synbiotic Roles in Cancer Therapies. *The Microbe* [Internet]. 2024;**4**(May):100096. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.microb.2024.100096>
31. Fadhilah J, Zariyah H, Pramono A, Purnomo HD, Syauqy A, Afifah DN, et al. Effect of Synbiotic Supplementation on Liver Function, Metabolic Profile and Gut Microbiota in Non-Alcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD): A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Clin Nutr Open Sci*. 2024;**56**:128-51. DOI:10.1016/j.nutos.2024.05.014