



Ranah Research:
Journal of Multidisciplinary Research and Development

082170743613 ranahresearch@gmail.com <https://jurnal.ranahresearch.com>

E-ISSN: [2655-0865](https://doi.org/10.38035/rj.v7i2)
DOI: <https://doi.org/10.38035/rj.v7i2>
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Skrining Probiotik Asal Produk Komersil yang Berpotensi Sebagai Inhibitor α -Glukosidase

Edy Fachrial¹, Angelin Christin²

¹Fakultas Kedokteran, Kedokteran Gigi Dan Ilmu Kesehatan, Universitas Prima Indonesia, Medan

²Fakultas Kedokteran, Kedokteran Gigi Dan Ilmu Kesehatan, Universitas Prima Indonesia, Medan

Corresponding Author: angelinchristin1809@gmail.com

Abstract: Various types of food products have good and bad effects on human health. One type of food that provides positive benefits is functional food. Functional foods are foods or beverages that are not only consumed to fulfill nutritional needs, but also provide good effects on the body's health and help reduce the risk of serious diseases. An example of functional food is probiotic drinks, which are known to support digestive health and strengthen the immune system. The content of probiotic drinks has a good impact on digestion and is able to inhibit α -glucosidase, so it is good to be consumed as a supplement for type 2 diabetes patients. The research focused on testing the potential of probiotics derived from commercial products on α -glucosidase enzyme activity. This type of research is laboratory experimental research with In Vitro method. The samples in this study are beverage samples with various types of brands containing probiotic milk that will be tested. The results showed that of the 8 probiotic isolates isolated from commercial products L-Bio, Yakult, Biokul and Max biotic have tolerance to acid and bile salt. Probiotic isolates in this study did not show antimicrobial activity. Screening of probiotics from commercial products with the most potential as α -glucosidase inhibitors was yakult.

Keyword: Probiotics, Commercial Products, α -glucosidase

Abstrak: Berbagai jenis produk pangan memiliki pengaruh baik dan buruk terhadap kesehatan manusia. Salah satu jenis pangan yang memberikan manfaat positif adalah pangan fungsional. Pangan fungsional merupakan makanan atau minuman yang tidak hanya dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan gizi, tetapi juga memberikan efek baik bagi kesehatan tubuh dan membantu mengurangi risiko penyakit serius. Contoh dari pangan fungsional adalah minuman probiotik, yang dikenal dapat mendukung kesehatan pencernaan dan memperkuat sistem imun. Kandungan minuman probiotik memiliki dampak yang baik bagi pencernaan serta mampu menghambat α -glukosidase, sehingga baik untuk dikonsumsi sebagai suplemen bagi pasien diabetes tipe 2. penelitian difokuskan bertujuan guna menguji potensi probiotik yang berasal dari produk komersial terhadap aktivitas enzim α -glukosidase. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratorium dengan dengan metode In Vitro. Sampel dalam penelitian ini adalah sampel minuman dengan berbagai jenis merek yang mengandung susu probiotik yang akan di uji coba. Hasil penelitian menunjukkan bahwa

dari 8 Isolat probiotik yang diisolasi dari produk komersil L-Bio, Yakult, Biokul dan Max biotik memiliki toleransi terhadap asam dan bile salt. Isolat probiotik dalam penelitian ini tidak menunjukkan aktivitas antimikroba. Skrining probiotik asal produk komersil yang paling berpotensi sebagai inhibitor α -glukosidase adalah yakult.

Kata Kunci: Probiotik, Produk Komersil, α -glukosidase

PENDAHULUAN

Seiring waktu, produk pangan terus mengalami perkembangan yang pesat. Inovasi dan kemunculan berbagai jenis produk pangan membawa dampak yang beragam terhadap kesehatan manusia, baik positif maupun negatif. Salah satu jenis pangan yang memberikan manfaat positif bagi kesehatan adalah pangan fungsional. Pangan fungsional merupakan makanan atau minuman yang tidak hanya dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan nutrisi, tetapi juga memberikan manfaat tambahan bagi tubuh. Konsumsi pangan jenis ini diketahui mampu membantu meningkatkan kesehatan serta menurunkan risiko terkena berbagai penyakit berbahaya (Yulia et al., 2020). Salah satu contoh produk pangan fungsional yang banyak dikenal adalah minuman probiotik. Minuman probiotik mengandung bakteri asam laktat (BAL) yang mampu mencapai saluran pencernaan dalam kondisi aktif. Kehadiran bakteri ini memberikan berbagai manfaat bagi kesehatan, khususnya dalam menjaga keseimbangan mikrobiota usus (Nur Islahah, 2022).

Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang memberikan manfaat positif bagi tubuh inangnya (Jiang et al., 2021). Strain seperti *Lactobacillus* sp, *Bifidobacterium* sp, *Streptococcus* sp, *Enterococcus* sp, dan *Saccharomyces boulardii* sering ditemukan sebagai bagian dari komposisi dalam suplemen (Souza et al., 2021). Mikroba hidup yang terkandung dalam probiotik diharapkan dapat memberikan manfaat positif bagi kesehatan manusia maupun hewan. Salah satu caranya adalah dengan memperbaiki karakteristik mikroba alami yang ada di dalam tubuh. Komposisi mikrobiota usus yang sehat sangat penting, karena perubahan pada mikrobiota ini dapat memberikan dampak negatif, termasuk berkontribusi pada perkembangan penyakit metabolik seperti diabetes melitus tipe 2 (DMT2). Ketidakseimbangan yang terjadi pada mikrobiota usus dapat mendorong pertumbuhan bakteri patogenik secara tidak normal, yang pada akhirnya dapat memicu munculnya berbagai penyakit, termasuk inflamasi (Ding et al., 2021).

Penelitian epidemiologi menunjukkan bahwa insidensi dan prevalensi diabetes melitus tipe 2 terus meningkat di berbagai belahan dunia. Di Asia, data menunjukkan bahwa 1 dari 11 orang dewasa, atau sekitar 90 juta orang, hidup dengan diabetes melitus tipe 2. Angka ini diperkirakan akan terus meningkat, mencapai 113 juta pada tahun 2030 dan 151 juta pada tahun 2045. Lebih dari setengah orang dewasa yang hidup dengan diabetes melitus tipe 2 tidak terdiagnosis, sehingga berpotensi menimbulkan komplikasi yang lebih serius. Pada tahun 2021, penyakit ini menjadi penyebab utama dari 747.000 kematian di Asia (IDF, 2021). Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) memprediksi bahwa jumlah penyandang diabetes akan terus meningkat secara signifikan setiap tahunnya. Di Indonesia, diperkirakan jumlah penderita diabetes akan melebihi 8,4 juta pada tahun 2000, dan jumlah ini diperkirakan akan meningkat menjadi sekitar 21,3 juta pada tahun 2030. Di tingkat global, pada tahun 2019, International Diabetes Federation (IDF) memperkirakan terdapat sekitar 463 juta orang dengan diabetes di dunia, yang berusia antara 20 hingga 79 tahun. Seiring dengan bertambahnya usia populasi, prevalensi diabetes diperkirakan akan meningkat menjadi 111,2 juta orang pada kelompok usia 65 hingga 79 tahun. Proyeksi ini menunjukkan bahwa angka penyandang diabetes global akan terus meningkat, mencapai 578 juta orang pada tahun 2030 dan diperkirakan mencapai 700 juta pada tahun 2045 (Kementrian Kesehatan Republik Indonesia, 2020).

Pada tahun 2019, Dinas Kesehatan Kota Medan melaporkan bahwa terdapat 27.075 pasien yang menderita diabetes melitus tipe 2. Dari jumlah tersebut, sekitar 85% adalah pasien yang berusia di atas 55 tahun, dan 70% di antaranya adalah perempuan. Pasien-pasien ini tersebar di seluruh 39 puskesmas yang ada di Kota Medan. Angka ini menunjukkan prevalensi diabetes melitus tipe 2 yang cukup tinggi di wilayah Sumatera Utara (Nuryatno, 2019).

Pada diabetes, kadar gula darah yang tidak terkontrol dapat menyebabkan kerusakan pada pembuluh darah kecil maupun besar. Komplikasi mikrovaskuler terjadi pada pembuluh darah kecil, yang mempengaruhi organ-organ seperti saraf, ginjal, dan mata, berisiko menyebabkan masalah seperti kehilangan penglihatan, gagal ginjal, atau gangguan pada sistem saraf. Sedangkan komplikasi makrovaskuler, melibatkan pembuluh darah besar dan dapat menyebabkan kondisi serius seperti penyakit jantung, stroke, dan gangguan peredaran darah di ekstremitas, yang dapat mengarah pada amputasi jika tidak ditangani dengan baik.

Inhibitor alfa-glukosidase (AGI) adalah kelas obat penurun glukosa oral yang digunakan secara eksklusif dalam pengobatan DM tipe 2. Secara umum mereka mengubah penyerapan karbohidrat di usus dengan menghambat konversinya menjadi gula sederhana (monosakarida). Oleh karena itu, penghambat alfa-glukosidase secara signifikan menurunkan kadar glukosa darah yang disumbangkan karbohidrat. Terdapat 3 AGI yang digunakan dalam praktik klinis ialah acarbose, voglibose dan miglitol.

AGI bekerja dengan mencegah pencernaan karbohidrat kompleks sehingga meninggalkan beberapa karbohidrat yang tidak tercerna, yang dicerna oleh bakteri usus besar yang menyebabkan Efek samping gastrointestinal. Efek samping ini meliputi perut kembung (78% pasien), diare (14% pasien), dan diare (15% pasien), sakit perut dan sensasi kembung.

Efek samping AGI adalah dosis terkait dan secara signifikan lebih banyak dibandingkan dengan plasebo dan sulfonilurea. Acarbose tidak boleh digunakan pada pasien dengan penyakit usus kronis, penyakit otonom, dan penyakit kardiovaskular. neuropati dan sembelit karena dapat memperburuk sakit perut dan perut kembung. meningkatkan enzim hati (ALT dan AST) dan menyebabkan anemia karena malabsorpsi pada beberapa kasus. Kontraindikasi pada ibu hamil dan menyusui, hernia, gangguan radang usus, obstruksi usus, dan sirosis hati.

Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang memberikan manfaat bagi kesehatan dengan cara menjaga keseimbangan mikroorganisme di dalam usus manusia. Kemudian probiotik juga dapat mengatasi ketidakseimbangan mikroflora, seperti ketika mikroba yang berbahaya berkembang biak secara berlebihan, yang dapat menyebabkan gangguan pencernaan atau masalah kesehatan lainnya (Pangaribuan dkk, 2022). Probiotik ditemukan dalam banyak makanan fermentasi yang dapat mendukung kesehatan usus seperti yoghurt, susu, tempe, acar, kefir, serta dalam bentuk suplemen. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa jenis dan jumlah bakteri yang ada dalam saluran pencernaan berperan besar dalam mempengaruhi risiko terjadinya diabetes melitus tipe 2, selain dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. Penelitian lainnya juga mengungkapkan adanya perbedaan dalam komposisi mikrobiota usus antara individu yang menderita diabetes melitus tipe 2 (DMT2) dan yang tidak. Pada penderita DMT2, ketidakseimbangan mikroba usus dapat menyebabkan gangguan pada fungsi penghalang usus, yang pada gilirannya meningkatkan risiko peradangan kronis. Peradangan ini dapat memperburuk kondisi diabetes dan memperlambat proses penyembuhan. Sehingga dengan mengatur mikrobiota usus melalui probiotik, bisa membantu mengurangi peradangan dan meningkatkan keseimbangan mikroba, yang akhirnya berpotensi memberikan hasil positif dalam pengelolaan DMT2.

Minuman probiotik telah terbukti memberikan manfaat yang efektif, terutama dalam meningkatkan daya tahan tubuh. Beberapa contoh minuman probiotik yang dikenal memiliki

khasiat ini adalah kombucha dan kefir (Andalia et al., 2022). Minuman probiotik ini mengandung mikroorganisme hidup, khususnya bakteri yang menghasilkan asam laktat, yang berperan dalam menjaga keseimbangan mikrobiota usus (Yulia et al., 2020).

Minuman probiotik, seperti sari buah apel yang mengandung *Lactobacillus plantarum*, menawarkan alternatif yang efektif karena bakteri ini mampu tumbuh lebih optimal dan menghasilkan bakteri asam laktat (BAL) dalam jumlah yang lebih tinggi yang ditemukan pada sayuran dan buah, dibandingkan dengan bakteri asam laktat lainnya. Penambahan gula pada minuman probiotik ini dilakukan untuk mendukung kelangsungan hidup dan pertumbuhan bakteri dengan menyediakan nutrisi yang dibutuhkan, khususnya untuk memenuhi kebutuhan energi selama fase logaritmik, ketika bakteri berkembang biak dengan cepat. Selain itu, gula juga berfungsi untuk mempertahankan fase stasioner lebih lama, yaitu fase di mana bakteri mencapai keseimbangan antara pertumbuhan dan kematian, memastikan keberlanjutan aktivitas probiotik dalam produk akhir. Penelitian mengenai manfaat *Lactobacillus plantarum* telah menunjukkan bahwa bakteri ini dapat bertahan pada pH 2,5, seperti yang terlihat pada variasi G4F2, G1F3, G2F3, G3F3, dan G4F3, serta mampu bertahan dalam kondisi garam empedu. Toleransi terhadap garam empedu sangat penting karena sifat detergen garam empedu dapat merusak membran sel bakteri, yang bisa mempengaruhi kelangsungan hidup bakteri dalam saluran pencernaan.

Probiotik terdiri dari Bakteri Asam Laktat (BAL), yang meliputi spesies dari "*Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Fructobacillus*, *Streptococcus*, dan *Weissella*". Bakteri Asam Laktat (BAL) adalah kelompok bakteri yang memiliki beberapa ciri khas, seperti dinding sel yang mengandung peptidoglikan tebal yang memberikan sifat gram positif. Mereka bisa berbentuk bulat (kokus) atau batang (basilus) dan tidak dapat membentuk spora, tidak menghasilkan katalase, memiliki ketahanan terhadap lingkungan asam, serta proses metabolisme yang bergantung pada gula (Widodo, 2019). Selain BAL, golongan probiotik yang sering dikaji adalah *Bifidobacterium* dan spesies *Bacillus* (Kusmiatun et al., 2022). Beberapa spesies *Bacillus*, seperti *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, dan *Bacillus pumilus*, dikenal sebagai probiotik yang menjanjikan. Spesies tersebut menghasilkan senyawa antimikroba yang dapat melawan bakteri patogen. Selain itu, sifat antioksidan membantu melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas. Sebagai imunomodulator, mereka juga berkontribusi pada penguatan sistem kekebalan tubuh, membantu tubuh melawan infeksi dan meningkatkan respons imun secara keseluruhan. (Shobharani et al., 2015).

Probiotik toleran terhadap asam lambung memiliki pelapisan atau mekanisme perlindungan yang memungkinkan mereka melewati lambung tanpa terpengaruh oleh tingkat keasaman yang tinggi. Selain itu, beberapa strain probiotik memiliki kemampuan untuk menghasilkan asam yang dapat menetralkan asam lambung, meningkatkan kemungkinan bertahan hidup mereka. Probiotik mikroba memiliki beberapa karakteristik penting yang mendukung efektivitasnya dalam mendukung kesehatan manusia. Salah satu sifat utamanya adalah ketahanan terhadap keasaman lambung dan garam empedu, kemampuan untuk menempel pada dinding saluran pencernaan, aktivitas antimikroba terhadap patogen, dan mampu melakukan hidrolisis garam empedu. Kombinasi dari sifat-sifat ini menjadikan mikroba probiotik alat yang efektif untuk menjaga keseimbangan mikrobiota usus dan meningkatkan kesehatan menyeluruh.

Penelitian ini bermanfaat secara teoritis untuk menambah wawasan keilmuan dan referensi, serta secara praktis memberikan pengalaman, informasi kesehatan, dan pedoman bagi masyarakat dan peneliti lanjutan.

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

H₀₁ : Skrining probiotik asal produk komersil tidak berpotensi sebagai inhibitor a-glukosidase.

H_{a1} : Skrining probiotik asal produk komersil berpotensi sebagai inhibitor a-glukosidase.

METODE

Penelitian ini merupakan eksperimen laboratorium yang memanfaatkan metode in vitro. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas Prima Indonesia pada September 2024. Sampel dalam penelitian ini adalah sampel minuman dengan berbagai jenis merek yang mengandung susu probiotik yang akan di uji coba. Sampel ini diperoleh dari berbagai toko maupun pasar swalayan sebanyak 10 sampel merek susu kandungan probiotik. Variabel penelitian terdiri dari variabel bebas (probiotik komersial), variabel terikat (inhibitor α -glukosidase), dan variabel terkontrol.

Sedangkan peralatan dan material yang di gunakan untuk penelitian ini adalah: cawan petri, objek glass, ose, MRS broth, spektrofotometer, incubator, crystal violet, safranin, akuades, iodine, tabung durham, tabung reaksi, NaCL, H₂O₂, CaCO₃, Enzim alpha glukosidase, pipet mikro, rak tabung reaksi, alcohol, mikroplat, kertas cakram, kloramfenicol.

Proses isolasi bakteri diawali dengan pengambilan 1 mL sampel produk komersial yang kemudian ditambahkan ke dalam media pertumbuhan MRS. Kultur ini kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam dalam kondisi anaerob untuk merangsang pertumbuhan bakteri asam laktat. Setelah itu dilakukan proses pengenceran bertingkat hingga pengenceran ke 3 dengan menggunakan NaCL fisiologis. Pada tahap terakhir, sebanyak 0,1 mL masing-masing produk komersial yang telah diisolasi disebar pada media MRS (Man Rogosa Sharpe) agar dengan 1% CaCO₃, dilanjutkan dengan inkubasi selama 48 jam pada suhu 37°C. Koloni bakteri pada zona bening disekitar permukaan dapat dimurnikan dengan cara menggoreskan empat lokasi pada media agar MRS yang baru (Chen et al., 2005). Pada karakterisasi dilakukan secara morfologi dan biokimia seperti pewarnaan gram, uji katalase dan jenis fermentasi. Bakteri gram negatif tidak dapat mempertahankan crystal violet dan safranin dalam membran sel, tetapi bakteri gram positif dapat mempertahankan membrane sel.

Tabel 1. Desain Uji Reaksi Aktivitas Penghambatan Enzimatis α -glukosidase

| | Mixture | | | |
|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | A ₀ (μ l) | A ₁ (μ l) | AI ₀ (μ l) | AI ₁ (μ l) |
| Sampel | - | - | 50 | 50 |
| Enzim | - | 40 | - | 40 |
| Buffer pH 7 | 100 | 60 | 50 | 10 |
| | Incubated at 37°C for 20 minutes | | | |
| PNPG | 50 | 50 | 50 | 50 |
| | Incubated at 37°C for 30 minutes | | | |
| Na ₂ CO ₃ | 100 | 100 | 100 | 100 |

Rancangan uji reaksi penghambatan aktivitas α -glukosidase (Kirana et al., 2020). Penentuan aktivitas inhibisi α -glucosidase dilakukan dengan mengaplikasikan rumus:

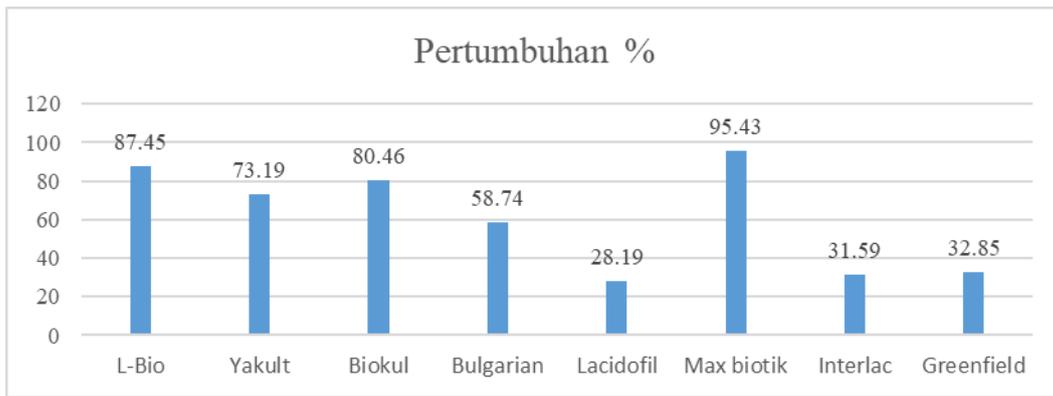
$$\% \text{ penghambatan} = \frac{(\text{Absorpsi A1} - \text{Absorpsi A0}) - (\text{Absorpsi AI1} - \text{Absorpsi AI0})}{(\text{Absorpsi A1} - \text{Absorpsi A0})} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tes Ketahanan Asam dan Bile Salt

1. Ketahanan Asam

Semua isolat produk komersial dilakukan uji untuk melihat kemampuannya tumbuh dalam lingkungan yang asam, hasil uji dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini.

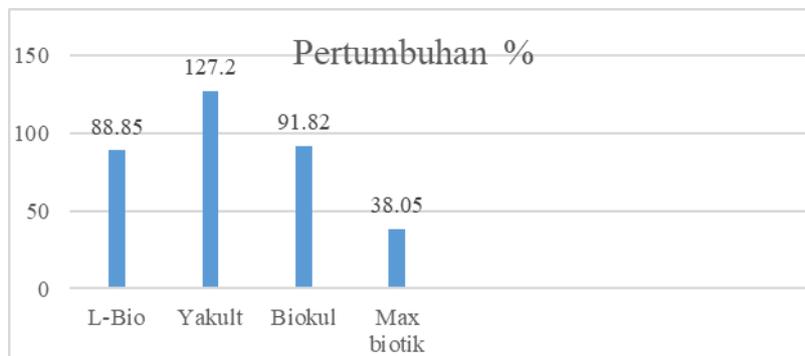


Gambar 1. Hasil Uji Ketahanan Asam

Dari gambar 2 menunjukkan variasi kemampuan pertumbuhan bakteri dalam keadaan lingkungan yang asam dengan persentase pertumbuhan terendah ditunjukkan pada isolat produk komersil lacidofil dan untuk persentase kemampuan pertumbuhan tertinggi ditunjukkan pada isolat komersil max biotik. Hal ini menunjukkan bahwa isolat produk komersil max biotix memiliki kemampuan pertumbuhan yang sangat baik terhadap lingkungan yang asam.

2. *Bile Salt*

Dari gambar 1 menunjukkan bahwa kemampuan pertumbuhan bakteri pada isolat komersil yang paling baik dalam keadaan lingkungan yang asam yaitu pada isolat komersil L-Bio, Yakult, Biokul dan Max biotik sehingga ke empat isolat komersil tersebut yang selanjutnya dilakukan pengujian lebih lanjut untuk mengetahui tingkat toleransinya terhadap *bile salt*. Adapun hasil pengujiannya dapat dilihat pada gambar 3 berikut.

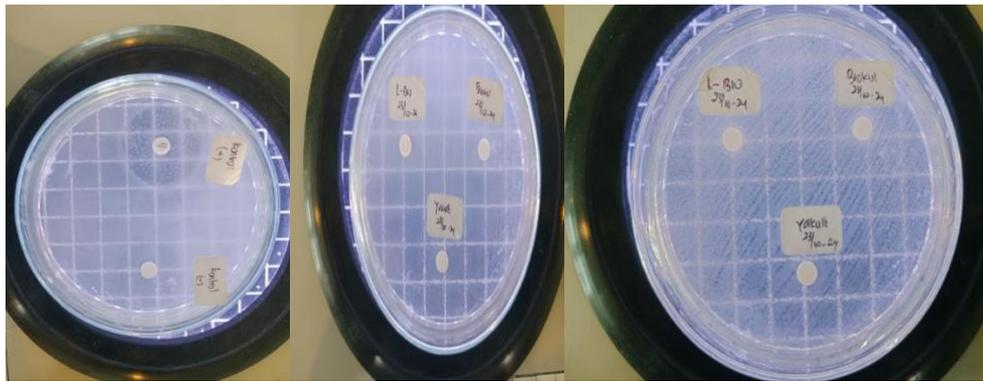


Gambar 2. Hasil Uji *Bile Salt*

Isolat komersil L-Bio, Yakult, Biokul dan Max biotik yang telah diuji lebih lanjut untuk mengetahui toleransinya terhadap *bile salt* menunjukkan bahwa nilai persentase isolat komersil berkisar antara 38,05% yang ditunjukkan pada isolat komersil max biotik hingga 127,2% yang ditunjukkan oleh isolat komersil yakult. Dari hasil ini menunjukkan bahwa isolat komersil yang paling baik tolerasinya terhadap *bile salt* adalah isolat komersil yakult.

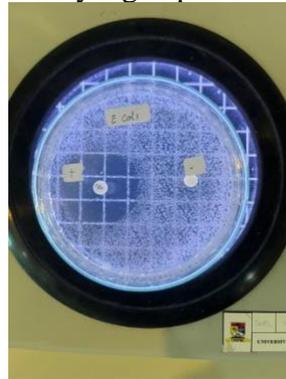
Aktivitas Antibakteri

Pada percobaan pertama aktivitas antibakteri dari semua isolat produk komersil menunjukkan bahwa tidak memiliki aktivitas antibakteri pada bakteri *Escherichia coli* yang dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



Gambar 3. Percobaan Pertama Aktivitas Antibakteri

Pada percobaan kedua pada kontrol positif dengan menggunakan kloramfenikol terlihat terdapat zona bening pada media yang dapat dilihat pada gambar 5 berikut ini.



Gambar 4. Percobaan Kedua Aktivitas Antibakteri Kontrol Positif

Aktivitas Penghambatan α -glukosidase

Pada pengujian α -glukosidase isolat yang menunjukkan toleransi asam, *bile salt* serta aktivitas antimikroba tertinggi, akan dianalisa lebih lanjut untuk penghambatan aktivitas α -glukosidase. Dalam penelitian ini isolat yang memiliki toleransi asam serta *bile salt* adalah L-Bio, Yakult, Biokul. Larutan akarbosa 1% digunakan sebagai perbandingan. Pengukuran absorbansi dilakukan untuk menentukan jumlah p-nitrofenol yang terbentuk selama proses reaksi. Dalam pengujian ini, semakin efektif ekstrak dalam menghambat aktivitas enzim α -glukosidase, maka jumlah p-nitrofenol yang dihasilkan akan semakin sedikit, yang secara langsung berpengaruh pada nilai absorbansi yang lebih rendah. Sebagai pembanding atau kontrol positif, digunakan akarbosa, yaitu senyawa oligosakarida kompleks yang dikenal sebagai inhibitor kompetitif potensial dari enzim α -glukosidase. Akarbosa berfungsi dengan menghambat kerja enzim ini, yang biasanya memecah pati, maltosa, dekstrin, dan sukrosa menjadi monosakarida yang mudah dicerna. Berikut ini merupakan hasil tentang nilai persentase inhibisi α -glukosidase.

Tabel 2. Nilai Persen Inhibisi α -glukosidase

| Sampel (Probiotik Produk Komersil) | Nilai Inhibisi α -glukosidase (%) |
|------------------------------------|--|
| L-Bio | 57,6% |
| Yakult | 80% |
| Biokul | -1,808% |
| Akarbosa | 94,11% |

Tabel 2 memberikan gambaran tentang hasil penelitian terkait nilai persen inhibisi enzim α -glukosidase. Nilai persen inhibisi ini mencerminkan kemampuan probiotik yang berasal dari produk komersial untuk menghambat aktivitas enzim tersebut. Berdasarkan data yang diperoleh, isolat probiotik dari produk komersial seperti L-Bio, Yakult, serta senyawa akarbosa menunjukkan kemampuan menghambat enzim α -glukosidase. Namun, hasil

penelitian juga menunjukkan bahwa aktivitas inhibitor α -glukosidase dari akarbosa lebih unggul dibandingkan dengan isolat probiotik dari produk komersial seperti L-Bio dan Yakult, dengan perbandingan nilai inhibisi akarbosa sebesar 94,11% sedangkan isolat probiotik asal produk komersial L-Bio, sebesar 57,6% dan yakult 80% yang mana dari hasil ini menunjukkan bahwa probiotik asal komersial yang paling berpotensi sebagai inhibitor α -glukosidase adalah yakult.

Pembahasan

Hasil penelitian tentang skrining probiotik asal produk komersial berpotensi sebagai inhibitor α -glukosidase menunjukkan bahwa dari delapan produk komersial yang digunakan dalam penelitian ini yang memiliki potensi sebagai inhibitor α -glukosidase L-Bio, Yakult, Biokul dan Max biotik memiliki kemampuan pertumbuhan yang sangat baik terhadap lingkungan yang asam. Selanjutnya pada uji *bile salt* menunjukkan bahwa nilai persentase isolat komersial berkisar antara 38,05% yang ditunjukkan pada isolat komersial max biotik hingga 127,2% yang ditunjukkan oleh isolat komersial yakult. Dari hasil ini menunjukkan bahwa isolat komersial yang paling baik toleransinya terhadap *bile salt* adalah isolat komersial yakult.

Dari hasil aktivitas antibakteri yang sudah dilakukan pengujian didapatkan bahwa probiotik asal produk komersial dalam penelitian ini tidak memiliki aktivitas antibakteri. Dalam penelitian ini isolat yang memiliki toleransi asam serta *bile salt* adalah L-Bio, Yakult, Biokul. Larutan akarbosa 1% digunakan sebagai perbandingan. Persentase inhibisi α -glukosidase menunjukkan seberapa efektif probiotik dari produk komersial dapat menghambat aktivitas enzim α -glukosidase. Hasil penelitian menunjukkan bahwa probiotik yang berasal dari produk komersial seperti L-Bio dan Yakult, serta senyawa akarbosa, memiliki kemampuan untuk menghambat kerja enzim tersebut. Dalam penelitian ini aktivitas inhibitor α -glukosidase akarbosa lebih baik dibandingkan dengan isolat probiotik asal produk komersial L-Bio, Yakult, dengan perbandingan nilai inhibisi akarbosa sebesar 94,11% sedangkan isolat probiotik asal produk komersial L-Bio, sebesar 57,6% dan yakult 80% yang mana dari hasil ini menunjukkan bahwa probiotik asal komersial yang paling berpotensi sebagai inhibitor α -glukosidase adalah yakult.

Inhibitor α -glukosidase termasuk dalam golongan obat diabetes yang bekerja dengan menghambat metabolisme pati melalui penghambatan enzim α -glukosidase di usus. Mekanisme ini bertujuan untuk memperlambat pemecahan karbohidrat, sehingga proses penyerapan glukosa menjadi lebih lambat. Penggunaan inhibitor ini dirancang untuk membantu menurunkan kondisi hiperglikemik, yaitu kadar gula darah yang tinggi. Dalam praktiknya, inhibitor α -glukosidase sering digunakan bersamaan dengan obat lain, seperti metformin, terutama jika efektivitas metformin saja tidak mencukupi. Kombinasi ini bertujuan untuk mempercepat penurunan kadar glukosa darah secara lebih optimal. Selain peran utama enzim α -glukosidase dalam metabolisme karbohidrat, short chain fatty acids (SCFA) seperti propionat dan butirat juga memainkan peran penting. SCFA ini dihasilkan oleh Bakteri Asam Laktat (BAL) yang berfungsi sebagai probiotik (Dea dkk, 2022).

Berdasarkan berbagai penelitian, konsumsi probiotik terbukti efektif dalam menurunkan kadar gula darah puasa (GDP), HbA1c, serta mengurangi kadar protein peradangan seperti IL-6, IL-8, dan TNF- α . Selain itu, probiotik juga meningkatkan produksi protein anti-inflamasi seperti IL-4, IL-10, dan TGF- β . Temuan ini didukung oleh meta-analisis Tao dkk. (2020) yang menunjukkan penurunan signifikan pada kadar HbA1c, GDP, dan HOMA-IR setelah konsumsi probiotik. Masing-masing hasil uji yang diamati berdasarkan meta analisis diperoleh (HbA1c% $p = 0.02$, GDP $p = 0.003$, dan HOMA-IR $p < 0.00001$).

Probiotik jenis *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium* sendiri berperan penting dalam mempertahankan mikrobiota usus yang sehat. Melalui proses fermentasi karbohidrat, bakteri-

bakteri ini menurunkan pH lingkungan usus, sehingga menghambat pertumbuhan bakteri patogen aerob. Hal ini berkontribusi pada keseimbangan mikroorganisme dalam saluran pencernaan (Wang et al., 2021). Bakteri *Lactobacillus* yang terdapat dalam produk probiotik memiliki kemampuan untuk meningkatkan populasi bakteri yang memproduksi short chain fatty acids (SCFA) di dalam usus. SCFA adalah asam lemak rantai pendek yang dihasilkan dari fermentasi serat dan karbohidrat yang tidak tercerna. Komponen utama SCFA meliputi butirat, asetat, dan propionat, yang masing-masing memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan saluran pencernaan. Konsumsi probiotik yang mengandung *Lactobacillus* dapat mempercepat proses fermentasi, sehingga produksi SCFA meningkat (Naseri et al., 2022).

Zat yang disebut SCFA dapat merangsang sel-sel di usus untuk menghasilkan hormon GLP-1 dan PYY. Hormon-hormon ini berperan penting dalam mengatur gula darah (Sola et al., 2022). Selain itu, *Lactobacillus sp.* seperti "*L. plantarum*, *L. paracasei*, *L. casei*, *L. fermentum*, *L. rhamnosus*, *L. brevis*" berguna meningkatkan SCFA, serta memiliki peran yang signifikan dalam berbagai aspek kesehatan. Penelitian menunjukkan bahwa bakteri ini mampu memodulasi respons inflamasi sistemik, mengurangi stres oksidatif, memperbaiki jaringan adiposa dan otot, serta menurunkan profil lipid darah. Selain itu, *Lactobacillus* juga dapat memperbaiki fungsi pankreas pada kondisi resistensi insulin, sehingga berkontribusi pada regulasi glukosa darah yang lebih baik (Dai et al., 2022).

KESIMPULAN

Berikut ini kesimpulan dari penelitian yang berjudul skrining probiotik asal produk komersil yang berpotensi sebagai inhibitor α -Glukosidase yaitu : Isolat probiotik yang diisolasi dari produk komersil L-Bio, Yakult, Biokul dan Max biotik memiliki toleransi terhadap asam dan bile salt. Isolat probiotik tidak menunjukkan aktivitas antimikroba. Skrining probiotik asal produk komersil yang paling berpotensi sebagai inhibitor α -glukosidase adalah yakult.

REFERENSI

- Akbar, R.T.M, Yani Suryani, Iman Hernaman. 2015. Peningkatan nutrisi limbah produksi bioetanol dari singkong melalui fermentasi oleh konsorsium *Saccharomyces cerevisiae* dan *Trichoderma viride* Jurnal Sainteks. 8 (2) : 1-15
- Andalia, W. Pratiwi, I. Ramayanti, C. 2022. Pemanfaatan Bovine Colostrum Sebagai Penambah Daya Tahan Tubuh Di Masa Pandemi Covid-19. Jurnal IKRAITH-TEKNOLOGI Vol 6 No 3 November 2022.
- Anik, K. Dkk. 2022. Application of Commercial Multispecies Probiotics to Improve Growth Performances of White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Journal Perikanan, 12 (4), 734-745 (2022).
- Apriliani, N.D. dan F.A. Saputri. 2018. Review: Potensi Penghambatan Enzim α Glukosidase Pada Tanaman Obat Tradisional Indonesia. Jurnal Farmaka Suplemen, 16(1): 1-9.
- Azhar, M., 2009. Inulin sebagai prebiotik. Sainstek. 12 (1) : 1-8.
- Bujna, E., Farkas, N. A., Tran, A. M., Dam, M. S., dan Nguyen, Q. D. 2017. Lactic acid fermentation of apricot juice by mono- and mixed cultures of probiotic *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains. Food Science Biotechnology 27: 547-554.
- Budiandari, R. U., Azara, R., Adawiyah, R., Prihatiningrum, A. E. 2023. Studi karakteristik kimia minuman probiotik kombucha sari kulit nanas (*Ananas comosus*). Teknologi Pangan. 14 (2) : 181-188.
- Chen YS, Yanagida F, Shinohara I. 2005. Isolation and identification of lactic acid bacteria from soil using an enrichment procedure. Lett Appl Microbiol 40 (3): 195-200. DOI: 10.1111/j.1472 765X.2005.01653.x.
- Dai, Y., Quan, J., Xiong, L., Luo, Y., & Yi, B. (2022). Probiotics Improve Renal Function, Glucose, Lipids, Inflammation and Oxidative Stress in Diabetic Kidney Disease: A

- Systematic Review and Meta-Analysis. *Renal Failure*, 44(1), 862–880. <https://doi.org/10.1080/0886022X.2022.2079522>
- Dea, C.A. Calvin, C.K. Edy, F. 2022. Aktivitas Inhibisi α Glukosidase *Lactobacillus Casei*. *Jurnal Pendidikan dan Konseling Volume 4 Nomor 6 Tahun 2022* E-ISSN: 2685-936X dan P-ISSN: 2685-9351
- Ding, L. N., Ding, W. Y., Ning, J., Wang, Y., Yan, Y., & Wang, Z. B. (2021). Effects of Probiotic Supplementation on Inflammatory Markers and Glucose Homeostasis in Adults With Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Pharmacology*, 12(1), 770861. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.770861>
- Dian, A.D.A. 2023. Uji Aktivitas Penghambatan Enzim α -Glukosidase Fraksi N-Heksan Dan Etil Asetat Rimpang Lempuyang Gajah (*Zingiber Zerumbet L.*). Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Djaali, H. (2020). *Metodologi Penelitian Kuantitatif*. Bumi Aksara ; Jakarta
- Dowarah R, Verma AK, Agarwal N, Singh P, Singh BR. 2018. Selection and characterization of probiotic lactic acid bacteria and its impact on growth, nutrient digestibility, health and antioxidant status in weaned piglets. *PLoS ONE* 10.1371/journal.pone.0192978. 13.
- Febriana, E., dan Prima, R. 2022. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Minuman Probiotik Sari Tomat dengan Kultur Starter *L. plantarum* B1765. *Journal of Chemistry*. 11(2).
- Food Agriculture Organization/World Health Organization (FAO/WHO). 2001. Guidelines for The Evaluation of Probiotics in Food. Report of a Joint FAO/WHO Working Group on Drafting Guidelines for The Evaluation of Probiotics in Food. Canada.
- Grumezescu, A. M., dan Holban, A. M. (Eds). 2018. *Therapeutic, Probiotic, and Unconventional Foods*. Academic Press. United Kingdom.
- Halloran K, Underwood M. 2019. Probiotic Mechanisms of Action. *Early Human Development*. 135:58–62.
- Herlinda, M. Krisna, K.P. Dwi, W. 2023. Karakterisasi Dan Uji Aktivitas Antimikroba Bakteri Kandidat Probiotik Dari Terasi Udang Rebon. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi* E-ISSN 2654-4571; P-ISSN 2338-5006 Volume 11, Issue 2, December 2023; Page, 1216-1226.
- Hidayatulloh, A., Gumilar, J., dan Harlia, E. 2019. Potensi senyawa metabolit yang dihasilkan *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014 sebagai bahan biopreservasi dan anti bakteri pada bahan pangan asal hewan. *JITP*. 7(2) : 16.
- IDF. (2021). In *IDF Diabetes Atlas Ninth Edition: International Diabetes Federation*. <https://www.diabetesatlas.org/en/>.
- Jiang H., Zhang Y., Xu D., Wang Q. Probiotik Memperbaiki Kontrol Glikemik Pasien dengan Nefropati Diabetik: Studi Klinis Acak. *J. Clin. Lab. Anal.* 2021;35:e23650. doi: 10.1002/jcla.23650.
- Khafifah, M. 2023. Pengaruh Kondisi Media Fermentasi dan Konsentrasi Inokulum Terhadap Karakteristik Sensori dan Fisiko-kimia Minuman probiotik Pulpa Kakao (*Theobroma cacao L.*) dengan Lama Fermentasi Menggunakan Khamir *Saccharomyces boulardii* Sebagai Starter. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Lampung
- Kirana P. mugaranja, Ananda Kulal. 2020. Alpha glucosidase inhibition activity of phenolic fraction from *Simarouba glauca*: Anin-vitro, in-silico and kinetic study. *Manipal Academy of Higher Education, Manipal*, 576104, India
- Kusmiatun, A. Ilham. Mohsan, A. 2022. Application of Commercial Multispecies Probiotics to Improve Growth Performances of White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal Perikanan*, 12 (4), 734-745 (2022)

- Kurniadi, M. & Suharyono, A. 2010. Pengaruh konsentrasi starter *Streptococcus thermophilus* dan lama fermentasi terhadap karakteristik minuman laktat dari bengkuang (*Pachyrrhizus erosus*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 3(1) : 51-58.
- Kusuma, G.P., Komang, A., dan I, D.P. 2020. Pengaruh lama fermentasi terhadap karakteristik fermented rice drink sebagai minuman probiotik dengan isolat *Lactobacillus* sp. F213. *Jurnal Itepa*. Vol. 9(2):182-193
- Lebeer, S., Vanderleyden, J. & De Keersmaecker, S. 2010. Host interactions of probiotic bacterial surface molecules: comparison with commensals and pathogens. *Nat Rev Microbiol*. 8 :171–184.
- Mazziotta, C.; Tognon, M.; Martini, F.; Torreggiani, E.; Rotondo, J.C. 2023. Probiotics Mechanism of Action on Immune Cells and Beneficial Effects on Human Health. *Cells*. 12 (1) : 184
- Mulyani, R., Adi, P., dan Yang, J. J. 2022. Produk fermentasi tradisional Indonesia berbahan dasar pangan hewani (daging dan ikan) : a review. *JAHT: Journal of Applied Agriculture, Health, and Technology*. 1(2) : 3448.
- Nami Y, Haghshenas B, Abdullah N, Barzegari A, Radiah D, Rosli R, Khosroushahi AY. 2019. Probiotik atau antibiotik: Tantangan masa depan dalam dunia kedokteran. *J Med Mikrobiol* 64 (2015): 137-146. DOI: 10.1099/jmm.0.078923-0.
- Nasrun., Jalaluddin., Mahfuddhah. 2015. Pengaruh jumlah ragi dan waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan dari fermentasi kulit pepaya. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4, 1-10.
- Naseri, K., Saadati, S., Ghaemi, F., Ashtary Larky, D., Asbaghi, O., Sadeghi, A., Afrisham, R., & de Courten, B. (2022). The Effects of Probiotic and Synbiotic Supplementation on Inflammation, Oxidative Stress, and Circulating Adiponectin and Leptin Concentration in Subjects with Prediabetes and Type 2 Diabetes Mellitus: A GRADE-Assessed Systematic Review, Meta-Analysis, and Meta-Regression of Randomized Clinical Trials. *European Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1007/s00394-022-03012-9>
- Nuryatno. 2019. “Hubungan Dukungan Keluarga Dengan Kualitas Hidup Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 Di Puskesmas Helvetia Medan.” *Journal of Health Science and Physiotherapy* 1(1): 18–24.
- Nurainy, F., Rizal, S., Suharyono, S., dan Umami, E. 2018. Karakteristik minuman probiotik jambu biji (*Psidium guajava*) pada berbagai variasi penambahan sukrosa dan susu skim. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 7(2): 47-54.
- Nur Fadilah, A. Grancang, S. Kamaluddin, A. 2023. Konsep Umum Populasi Dan Sampel Dalam Penelitian. *JURNAL PILAR: Jurnal Kajian Islam Kontemporer* Volume 14 , No. 1, Juni 2023 p-ISSN: 1978-5119; e-ISSN: 2776-3005.
- Nur Islahah. 2022. The Effect of Fermentation Time on Product Quality of Starfruit Juice Probiotic Drinks with Starter Culture *L. plantarum* B1765. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian Versi Online*: <http://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/agritekno> Vol. 11, No. 2, 89-95, Th. 2022 ISSN 2302-9218 (Print) ISSN 2620-9721 (Online)
- Oktavian, D. A., Iswono, V. P., Dinnastyar, F. A., Marsen, V. A., Retnowati, D., Anggorowati, D. A., dan Rahman, N. A. (2023). Pupuk Multinutrient Berbasis Gel dari Limbah Monokultur Proses Fermentasi. *Jurnal Atmosphere*, 4(2), 15–20. <https://doi.org/10.36040/atmosphere.v4i2.8471>
- Pangaribuan, J. F. Nocianitri, K. A., Darmayanti, L. P. T. 2022. Pengaruh lama fermentasi terhadap karakteristik minuman probiotik satu buah nanas (*Ananas comosus* L.) dengan isolate *Lactobacillus rhamnosus* SKG34. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 11 (4) : 699-711
- Plaza-Diaz, J., Ruiz-Ojeda, F. J., Gil-Campos, M., and Gil, A. 2019. Mechanisms of action of probiotics. *Adv. Nutr.* 10 : 49-66

- Pratiwi E, Susanti S. 2021. Manfaat Probiotik Dalam Perawatan Kulit: Review. *Majalah Farmasetika*. 6(4):359.
- Rizal, S., M. Erna, F. Nurainy, dan A. R. Tambunan. 2016. *Jurnal Kimia Terapan*. Karakteristik probiotik minuman fermentasi laktat sari buah nanas dengan variasi jenis bakteri asam laktat,(18)1:63-71.
- Sagita, D., D. A. Darmajana, D. D. Hidayat, Novrinaldi, and A. Sitorus. 2020. "Design and Performance of Ohmic-Based Fermentor Model for Controlling Fermentation Process." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 542 (1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/542/1/012033>.
- Sahara, E., Widjastuti, T., Balia, R. L., Pengajar, S., Sriwijaya, U., Pengajar, S., dan Padjajaran, U. 2018. Pengaruh pemberian kitosan terhadap mikroflora saluran cerna itik tegal. *Pendidikan Matematika Dan IPA*. 9(2): 119–126.
- Sarjono, P. R., Mulyani, N. C., Noprastika, I., Ismiyanto., Ngadiwiyana, dan Prasetya, N. B. A. 2021. Pengaruh waktu fermentasi terhadap aktivitas *Saccharomyces cerevisiae* dalam menghidrolisis enceng gondok (*Eichhornia crassipes*). *Jurnal Penelitian Saintek*. 2(26) : 95-108.
- Setiarto, R. H. B. (2021). *Bioteknologi Bakteri Asam Laktat untuk Pengembangan Pangan Fungsional*. Bogor: Guepedia.
- Selpirahmawati, S. La Ode, K. Nur, F. 2023. Uji Aktivitas Penghambatan Enzim Alfa Glukosidase Ekstrak Etanol Daun Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L.) Secara In Vitro. *Jurnal Pharmacia Mandala Waluya – 2(2)*, 2023; Hal 86-94
- Shobharani, P., Padmaja, R. J., & Halami, P. M. (2015). Diversity in the Antibacterial Potential of Probiotic Cultures *Bacillus licheniformis* MCC2514 and *Bacillus licheniformis* MCC2512. *Research in Microbiology*, 166(6), 546-554. <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2015.06.003>
- Sood, S., Ringhal R., Bhat, S., Kumar, A. 2011. *Comprehensive Biotechnology* (third Edition). Pergamon. United Kingdom.
- Sola, K. F., Vladimir Knezevic, S., Hrabac, P., Mucalo, I., Saso, L., & Verbanac, D. (2022). The effect of multistrain probiotics on functional constipation in the elderly: A randomized controlled trial. *European Journal of Clinical Nutrition*, 76(12), 1675–1681. <https://doi.org/10.1038/s41430-022-01189-0>
- Souza, M. P. G., Mendes, R. C. M., Reis, D. M. dos, & Martins, M. Y. P. T. (2022). O efeito do uso de probióticos sobre glicemia de jejum, resistência à insulina e hemoglobina glicada em pessoas com Diabetes mellitus tipo 2: Uma revisão de literatura. *Research, Society and Development*, 11(5), e10411527972. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i5.27972>
- Sunaryanto, R., Martius, E. dan Marwoto, B. 2014. Uji kemampuan *Lactobacillus casei* sebagai agensia probiotik. *Bioteknologi dan Biosains Indonesia*. 1(1): 9–14.
- Suprihatin. 2010. *Teknologi Fermentasi*. UNESA University Press. Surabaya
- Suryani, Y., Hernaman, I., dan Ningsih. 2017. Pengaruh penambahan urea dan sulfur pada limbah padat bioethanol yang difermentasi EM-4 terhadap kandungan protein dan serat kasar. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. 5(1) : 13-17.
- Suryono, I. A. & Wikandari, P. R., 2019. Profil Produksi Short Chain Fatty Acids. *UNESA Journal of Chemistry*. 8(2):92-97.
- Susilowati, A., Dewi, C., & Sari, S. (2019). Isolation and identification of endophytic bacteria from Salak Pondoh (*Salacca edulis*) fruit as α -glycosidase inhibitor producer. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 11(3), 352-359.
- Tao, Y. W., Gu, Y. L., Mao, X.Q., Zhang, L., & Pei, Y. F. (2020). Effects of probiotics on type II diabetes mellitus: A meta-analysis. *Journal of Translational Medicine*, 18(1), 30. <https://doi.org/10.1186/s12967-020-02213-2>

- Thabroni, G. (2021). Metode Penelitian Deskriptif: Pengertian, Langkah dan Macam. Retrieved from <https://serupa.id/metode-penelitian-deskriptif>
- Wang, X., Yang, J., Qiu, X., Wen, Q., Liu, M., Zhou, D., & Chen, Q. (2021). Probiotics, Prebiotics and Synbiotics in the Treatment of Pre-diabetes: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Frontiers in Public Health*, 9, 645035. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.645035>
- Widodo. (2019). Bakteri Asam Laktat Strain Lokal. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Widyantara, I. W. A., Nocianitri, K. A., Hapsari, N. M. I. 2020. Pengaruh lama fermentasi terhadap karakteristik minuman probiotik sari buah sirsak. *Jurnal Itepa*. 9 (2) : 151-160.
- Widyaningsih, E. N. 2011. Peran probiotik untuk kesehatan. *Jurnal Kesehatan*. 4(1): 14–20.
- Xu, X., Bao, Y., Wu, B., Lao, F., Hu, X., dan Wu, J. 2019. Chemical analysis and flavor properties of blended orange, carrot, apple, and chinese jujube juice fermented by selenium-enriched probiotics. *Food Chemistry* 289: 250-258.
- Yamato M, Ozaki K, Ota F. 2003. Partial purification and characterization of the bacteriocin produced by *Lactobacillus acidophilus* YIT 0154. *Microbiol Res* 158 (2): 169-172. DOI: 10.1078/0944-5013-00190.
- Yulia, N., Wibowo, A., & Kosasih, E. D. (2020). Karakteristik Minuman probiotik sari ubi kayu dari kultur bakteri *Lactobacillus acidophilus* dan *Streptococcus thermophilus*. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 10(2), 87–94. <https://doi.org/10.22435/Jki.V10i2.2488>