

Efek Aditif Ekstrak Betasianin dari Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*) Terhadap Kadar Asam Laktat Sinbiotik Set Yoghurt

Azizah Munita¹, Selvi Apriliana Putri², Minda Azhar*³

^{1,2,3}Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Padang, Indonesia

*minda@fmipa.unp.ac.id

Abstract — The use of synthetic food coloring raised the risk of chronic diseases, which was a serious problem in the food industry. To overcome this, a study was carried out on functional foods, especially synbiotic yogurt set, to evaluate betacyanin as a natural dye that had antioxidant properties. The goal was to provide an alternative solution to counteract free radicals, which are known to contribute to chronic diseases. This study examined the effect of betacyanin extract on lactic acid levels using homolactic fermentation. The experiment method involved a triplicate pattern, and different variations of betacyanin extract (5 mL, 10 mL, and 15 mL) were tested, alongside a negative control consisting of the synbiotic yogurt set without the addition of betacyanin extract. Statistical analysis, including One Way ANOVA and Tukey's test with GraphPad Prism 10.0, demonstrated that betacyanin had a significant impact on lactic acid levels. The synbiotic yogurt set with 15 mL of betacyanin extract exhibited the highest lactic acid content (1.88%), while the negative control displayed the lowest lactic acid content (0.98%). These findings indicate that betacyanin, as a natural dye, that had antioxidant properties and was capable of increasing the lactic acid content in the synbiotic yogurt set.

Keywords — Betacyanine, red dragon peel, synbiotic set yogurt, lactic acid

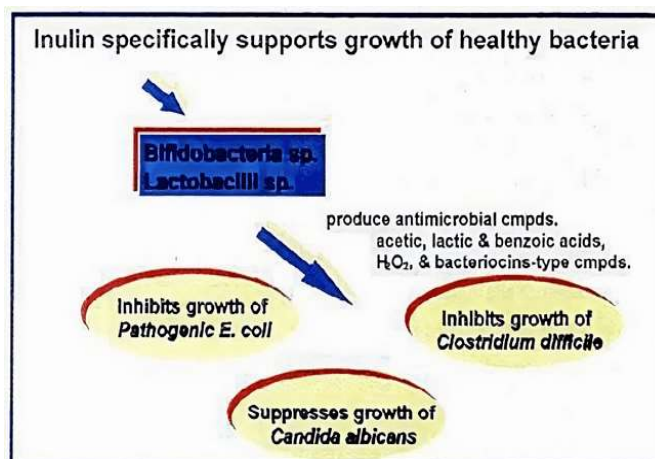
I. PENDAHULUAN

B POM RI (Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia) tahun 2011, menerbitkan peraturan dengan No. HK.03..23.11.11.09909. Perihal pengawasan terhadap pernyataan dalam label dan iklan pangan olahan. Penjelasan mengenai definisi pangan fungsional tercantum dalam Bab I Pasal 1 Ayat 3. Pangan fungsional merujuk pada olahan pangan yang terdiri dari satu atau lebih bahan pangan dengan fungsi fisiologis khusus selain fungsi fisiknya. Pangan fungsional ini terbukti aman dan memberikan manfaat bagi kesehatan [1].

Salah satu pangan fungsional adalah yoghurt yang memiliki potensi menunjang kesehatan tubuh, seperti meningkatkan kesehatan tulang, meningkatkan kualitas diet, dan mengurangi risiko penyakit kronis seperti obesitas dan penyakit kardiovaskular. Yoghurt juga berfungsi sebagai penyaluran untuk fortifikasi beberapa nutrisi penting termasuk asam laktat, kalsium, kalium, fosfor dan vitamin B 2 dan B 12 [2].

Kualitas yoghurt dapat ditingkatkan melalui kombinasi antara kultur starter probiotik dan substrat pertumbuhan probiotik yang dikenal sebagai prebiotik memiliki manfaat yang signifikan [3]. Prebiotik (inulin) yang ditambahkan ke dalam yoghurt dapat bertindak sebagai sumber makanan bagi probiotik. Probiotik memiliki kemampuan untuk

memproduksi SCFA (*Short Chain Fatty Acid*) dan L-laktat di dalam usus besar, sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen, mengurangi risiko kanker kolon, dan meningkatkan penyerapan kalsium. Konsep sinbiotik dalam yoghurt memiliki peran penting [3].



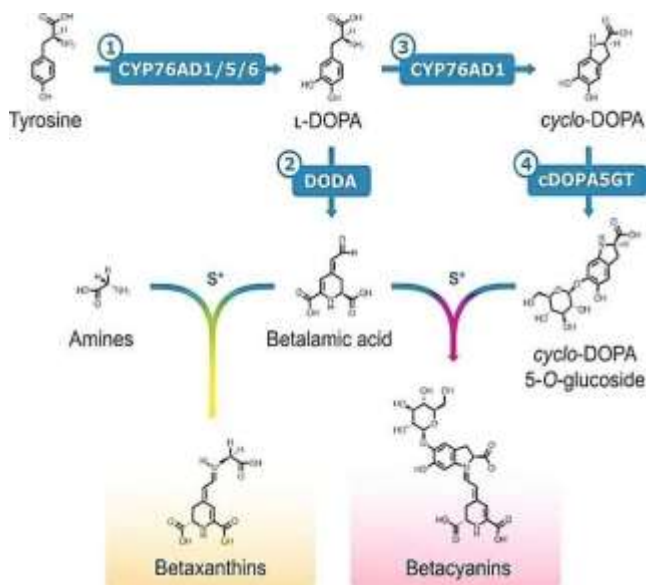
Gambar 1. Inulin menstimulasi *Bifidobakteria* dan *Laktobacilli* serta menekan mikroba patogen [4].

Tingkat keasaman yoghurt dapat dipengaruhi oleh tinggi rendahnya kadar asam laktat. Asam laktat juga melindungi yoghurt dari pertumbuhan mikroorganisme patogen, memberikan rasa dan aroma khas, serta berkontribusi pada tekstur kental dan lembut. Kontrol yang tepat terhadap produksi asam laktat sangat penting dalam mencapai kualitas yang diinginkan dalam yoghurt. Pemahaman ini membantu dalam mengoptimalkan kondisi fermentasi dan menghasilkan yoghurt yang memiliki rasa, aroma, tekstur, dan keasaman yang sesuai [5].

Salah satu upaya untuk meningkatkan kadar asam laktat dalam set yoghurt adalah dengan penambahan pigmen alami yang memiliki senyawa amonium. Senyawa ini termasuk dalam kelompok fitokimia nitrogen, yaitu zat aktif alami yang ditemukan dalam tumbuhan dan sangat dibutuhkan oleh bakteri asam laktat dalam menunjang pertumbuhannya. Hal ini dikarenakan bakteri asam laktat berperan penting dalam merombak laktosa menjadi asam laktat, selama fermentasi susu menjadi set yoghurt [5].

Salah satu senyawa yang berpotensi dikembangkan untuk meningkatkan kadar asam laktat dan sebagai pewarna alami adalah betasianin [6]. Betasianin adalah senyawa amonium yang terbentuk dari konjugasi antara asam betalamat dan siklo-DOPA (*dihidroksifenilalanin*). Betanin (betanidin-5-O-betaglukosida) merupakan jenis betasianin yang paling sering ditemukan. Betasianin juga ditemukan sebagai pigmen merah yang umum pada buah dan sayuran [7].

Betasianin digunakan dalam makanan, termasuk yoghurt, sebagai opsi pengganti pewarna sintetis. Betasianin mempunyai daya tarik pada pigmennya, bersifat hidrofilik. Betasianin memiliki senyawa antioksidan dapat bertindak menangkal radikal bebas yang bisa menyebabkan stress oksidatif yang memicu penyakit kronis seperti kanker [8]. Betasianin dapat diperoleh kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) yang telah diekstrak sehingga baik untuk dikonsumsi oleh tubuh [9].



Gambar 2. Jalur biosintesis betalain. Representasi skematis yang disederhanakan dari reaksi enzimatis utama dan reaksi spontan yang mengarah pada pembentukan betasianin merah/ungu dan betaxanthin kuning. Langkah

enzimatis: (1) hidroksilasi tirosin menjadi L-DOPA yang dikatalisis oleh enzim sitokrom P450 CYP76AD; (2) pemecahan L-DOPA menjadi asam betalamik oleh DODA; (3) oksidasi L-DOPA menjadi siklo-DOPA oleh CYP76AD1; dan (4) glukosilasi siklo-DOPA menjadi siklo-DOPA-5-O-glukosida oleh enzim cDOPA5GT. Reaksi spontan ditandai sebagai. Betasianin direpresentasikan sebagai molekul betanin. cDOPA5GT, siklo-DOPA-5-O-glukosiltransferase; siklo-DOPA, siklo-dihidroksifenilalanin; DODA, 3,4-dihidroksi-L-fenilalanin, -4,5-dioksigenase; [10].

Pada penelitian ini, betasianin diekstrak dari kulit buah naga merah. Rata-rata, berat kulit buah naga mencapai sekitar 30-35% dari keseluruhan berat buah dan jarang dipergunakan kembali. Temuan penelitian menunjukkan bahwa kulit buah naga mengandung senyawa antioksidan dan memiliki dampak yang efektif dalam menurunkan tingkat kolesterol [11]. Kulit buah naga merah (*H. polyrhizus*) mengandung betasianin dan dapat digunakan sebagai pewarna organik serta memiliki potensi antioksidan yang lebih tinggi daripada buahnya itu sendiri [11].

Penelitian sebelumnya [12], sudah dibuat set yoghurt dengan penambahan inulin tanpa penambahan zat aditif pigmen warna. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh penambahan ekstrak betasianin dari kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) terhadap kadar asam laktat dalam sinbiotik set yoghurt. Proses pembuatan set yoghurt menggunakan metode eksperimen secara triplo dan telah diuji kadar asam laktat dengan metoda titrasi. Hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu alternatif zat aditif yang dapat meningkatkan kadar asam laktat dan memberi warna agar tampilan yoghurt lebih menarik. Dengan demikian, penelitian ini akan memberikan kontribusi penting dalam pemahaman tentang potensi penggunaan betasianin sebagai pewarna alami dalam industri makanan dan kesehatan manusia.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen secara triplo. Set yoghurt dengan tanpa penambahan ekstrak betasianin sebagai kontrol negatif. Variabel bebas yang digunakan yaitu penambahan 5% ekstrak betasianin dari kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus*), yang divariasikan volumenya (5 mL, 10 mL, dan 15 mL). Variabel terikat ditinjau dari kadar asam laktat pada sinbiotik set yoghurt. Konsentrasi, inulin komersil, bubuk susu skim dan sukrosa komersil sebagai variabel kontrol.

A. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam persiapan sampel termasuk bahan plastik, kain pembersih, pembungkus aluminium, plastic krepi, pisau, pengaduk blender, oven, alat pemisah sentrifugal, peralatan kaca, timbangan presisi, pemanas dengan pengaduk, kotak inkubasi, termometer, dan freezer. Sedangkan alat yang digunakan dalam karakterisasi sampel meliputi satu set alat titrasi.

B. Bahan

Penelitian ini menggunakan kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) dan susu bubuk skim (merk: Prolog) sebagai bahan utama. Bahan pendukung: set yoghurt plain, inulin dahlia prebiotik komersil (merk: Sigma) dan sukrosa

komersil (merk: Gulaku), aquades, Indikator PP 1%, NaOH dan asam oksalat.

C. Prosedur kerja

1. Proses perolehan ekstrak betasianin dari kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*).

Metode yang diterapkan berdasarkan pada penelitian [13], dengan sedikit modifikasi. Sampel yang digunakan yaitu kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus*). Pertama, Kulit buah naga merah dibersihkan terlebih dahulu kemudian dipotong menjadi potongan kecil dan tipis. Selanjutnya, kulit buah naga tersebut ditimbang dengan berat sebanyak 5 kg dan dimasukkan ke dalam sebuah wad, kemudian dioven pada suhu 42°C selama 16 jam. Kedua, sampel dihaluskan dengan blender dan diayak dengan ayakan mesh 300 atau ayakan ukuran 180 nm, sampai diperoleh bubuk simplisia kulit buah naga sebanyak 100 g. Ketiga, sampel sebanyak 10 gram dilarutkan dengan 200 mL aquades (1:20 b/v). Keempat, ekstrak kulit buah naga merah disaring dengan cara *disentrifuse* @5000 rpm selama 10 menit suhu 4°C. Filtrat dari larutan tersebut diambil, kemudian ekstrak kulit buah naga merah ini dipindahkan ke dalam sebuah botol. Kelima, ekstrak ini dipergunakan untuk perlakuan selanjutnya [8].

2. Produksi Yoghurt Sinbiotik

Metode yang diterapkan didasarkan pada penelitian [14], dengan beberapa perubahan yang dilakukan. yoghurt dibuat dengan melarutkan 166,67 gram susu skim dengan 1 Liter aquades (1:6 b/v). Sukrosa dengan konsentrasi 0,5% ditambahkan dengan ekstrak betasianin 5% yang volumenya divariasikan, antara lain: 5 mL, 10 mL, dan 15 mL. Sinbiotik set yoghurt yang tidak ditambahkan ekstrak betasianin bertindak sebagai kontrol negatif. Kemudian, campuran tersebut dipanaskan pada temperatur 85°C. Campuran terus diaduk secara kontinu ± 30 menit. Setelah itu, campuran diturunkan temperaturnya hingga 43°C. Larutan susu kemudian masing-masing diinokulasi dengan bakteri starter komersil 6% dan inulin 0,3% pada temperatur 37°C ± 20 jam. Hasil dari proses inkubasi adalah yoghurt yang kemudian diuji karakteristiknya yaitu kadar asam laktat.

3. Pengukuran Kadar Asam Laktat

Sampel sinbiotik set yoghurt seberat 10 gram ditimbang dan ditempatkan ke dalam Erlenmeyer. Selanjutnya, ditambahkan 10 mL aquades ke dalamnya. Tiga tetes indikator PP dengan konsentrasi 1% diteteskan ke dalam larutan tersebut. Selanjutnya, dilakukan proses titrasi menggunakan larutan NaOH dengan konsentrasi 0,1 N sampai warna larutan berubah menjadi merah jambu selayang. Kadar asam laktat diukur dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Asam Laktat (\%)} = \frac{\text{mL NaOH} \times 0.009 \times 100\%}{\text{Gram sampel}} \times 100\%$$

[15].

4. Analisa Data

Penganalisaan data untuk hasil penelitian ini menggunakan metode ANOVA (*Analysis of Variance*) satu arah dan uji *Tukey* dengan Gradphad prisma 10. 0.

III. PEMBAHASAN

A. Kadar Asam Laktat

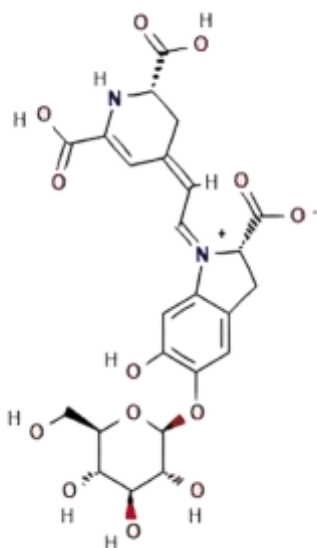
Pada penelitian ini, set yoghurt telah dibuat menggunakan metode fermentasi homolaktik dengan penambahan inulin komersil dan sukrosa komersil serta ekstrak betasianin dari kulit buah naga dengan metode eksperimen. Prinsip fermentasi homolaktik yaitu terjadinya reaksi translokasi dari glukosa atau karbohidrat lainnya yang diubah menjadi asam laktat dengan bantuan enzim yang dihasilkan oleh sebuah mikroorganisme. Proses fermentasi dalam penelitian ini melibatkan disakarida turunan karbohidrat yaitu laktosa yang terdapat pada susu bubuk skim. Susu yang digunakan telah dipasteurisasi terlebih dahulu pada rentang suhu 80-85°C selama 30 menit. Proses pasteurisasi bertujuan untuk memastikan bahwa bakteri patogen sudah mati dan mencegah kontaminasi dari selain bakteri probiotik yoghurt [16].

Laktosa pada susu dapat dihidrolisis menjadi galaktosa dan glukosa dengan bantuan enzim *permease* yang dihasilkan oleh bakteri *Bifidobacterium*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, dan *Streptococcus thermophilus* yang berasal dari kultur starter bakteri. Kultur starter bakteri yang digunakan berasal dari produk yoghurt plain komersial dengan merek "Biokul". Masing-masing bakteri memiliki rentang suhu optimum agar dapat menghasilkan asam laktat yang maksimal. Bakteri *Bifidobacterium* berkembang pesat pada rentang suhu 37-41°C, *L.acidophilus* pada rentang suhu 35-37°C, *L. bulgaricus* pada rentang suhu 35-38°C dan *S. thermophilus* pada rentang suhu 37-42°C. Oleh sebab itu, proses inkubasi dilakukan pada temperatur 37°C, sehingga aktivitas enzim *permease* dari bakteri meningkat, dan dapat menghasilkan asam laktat yang maksimal [5].

Pada penelitian yang dilakukan oleh [17], menyatakan bahwa total keasaman yang dititrasi dari kombinasi starter *L. acidophilus* dan *S. thermophilus* (1,60%) lebih tinggi daripada *L. acidophilus* (0,99%) atau dengan penambahan *L. bulgaricus* (0,98%). Hal ini terjadi karena kombinasi kultur starter *S.thermophilus*, *L.bulgaricus* dan *L.acidophilus* merupakan kombinasi mutualistik dimana masing-masing kultur starter memberikan komponen yang menguntungkan sehingga menghasilkan laju produksi laktat yang lebih cepat. Kadar asam laktat pada yoghurt yang memenuhi SNI adalah 0,5-2,0% [18].

Kadar asam laktat meningkat seiring bertambahnya volume ekstrak betasianin yang diberikan pada sinbiotik set yoghurt, setelah diamati. Keberadaan kromofor pusat berupa asam betalain yang melekat pada ion iminium yang berasal dari siklo-DOPA (*dihydrofenilalanin*) membuat betasianin tidak

hanya dapat menaikkan kadar asam laktat, akan tetapi sekaligus dapat berperan sebagai pigmen merah-ungu pada set yoghurt [8].

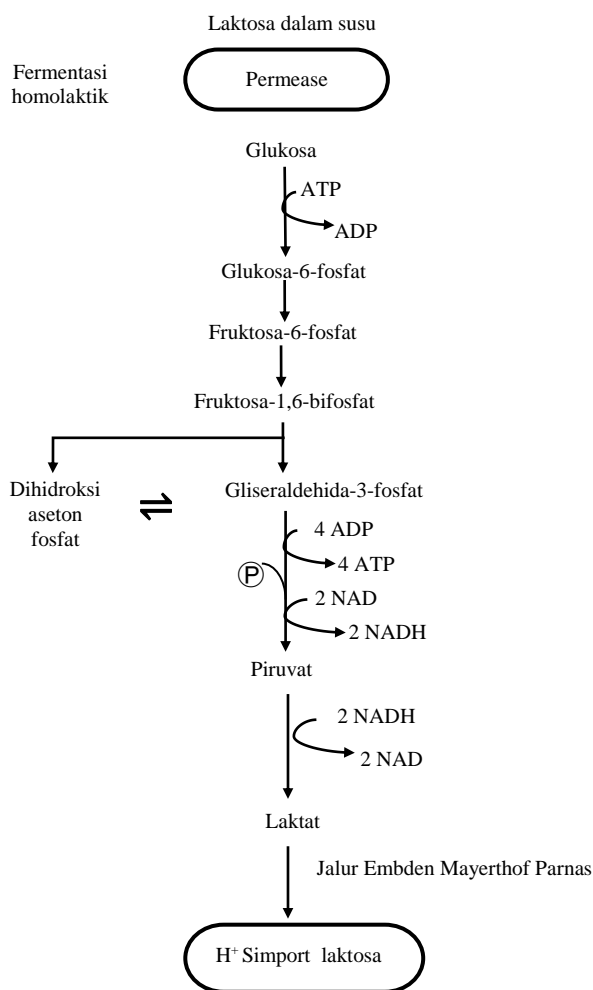


Gambar.3. Struktur betasianin (2S)-1-[(2Z)-2-[(2S)-2,6-dikarboksi-2,3-dihidro-1H-piridin-4-iliadena]etilidena]-6-hidroksi-5-[(2S,3R,4S,5S,6R)-3,4,5-trihidroksi-6-(hidroksimetil)oksan-2-il]oksi-2,3-dihidroindol-1-ium-2-karboksilat [19].

Secara struktural, betasianin dicirikan oleh kromofor pusat yang disebut asam betalamat, yang melekat pada ion amonium yang berasal dari *dihidroksifenilalanin* atau siklo-DOPA. Kromofor ini bertanggung jawab atas warna merah-ungu dari betasianin [20]. Ion amonium ini termasuk ke dalam senyawa fitokimia nitrogen [7]. Nitrogen sangat dibutuhkan oleh bakteri asam laktat dalam menunjang proses perkembangbiakan dan pertumbuhannya [20]. Oleh karena itu, unsur ion amonium dalam ekstrak betasianin dapat dimanfaatkan oleh bakteri asam laktat, guna menunjang pertumbuhannya selama proses fermentasi, sehingga terjadinya kenaikan kadar asam laktat pada sinbiotik set yoghurt.

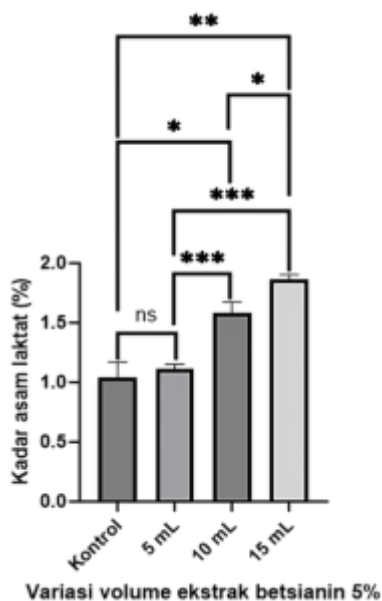
Inulin dan sukrosa juga dimanfaatkan BAL dalam waktu proses fermentasi susu menjadi yoghurt, sebagai sumber energi untuk pertumbuhannya. Dengan demikian, bakteri akan menghasilkan asam laktat sebagai produk hasil fermentasi tersebut. Laktosa dalam susu akan ditransfer oleh enzim *permease* dari bakteri starter ke dalam sel bakteri. Enzim laktase atau *fosfo-galaktosidase* akan mengkonversi galaktosa menjadi glukosa. Glukosa yang dihasilkan akan mengalami proses metabolisme menjadi asam laktat melalui aksi BAL [21].

Glukosa hasil translokasi oleh enzim *permease* pada proses fermentasi selanjutnya akan diubah menjadi piruvat melalui alur EMP (*Emndem-Meyerhof-Parnas*) (Gambar.3), kemudian piruvat akan dikoversi menjadi asam laktat melalui reaksi reduksi. Asam laktat yang diperoleh tidak hanya dapat dimanfaatkan dalam produksi yoghurt, akan tetapi dapat digunakan sebagai pengawet makanan [5].



Gambar.4 Fermentasi homolaktik laktosa oleh yoghurt dan kultur starter setelah ditranslokasi oleh *permease* [5].

Setelah glukosa terpisah, bakteri asam laktat mengeluarkan enzim *permease* untuk mentransportasikan glukosa yang terpisah dari luar sel kedalam sitoplasma sel bakteri asam laktat untuk dilanjutkan pada tahap glikolisis. Glikolisis merupakan tahap metabolisme yang mengkonversi glukosa menjadi dua molekul piruvat. ATP dan NADH dihasilkan sebagai hasil samping selama glikolisis. Piruvat yang dihasilkan kemudian dikonversi menjadi asam laktat oleh enzim laktat dehidrogenase dalam reaksi homofermentasi laktik (Gambar.4) dan galaktosa dikeluarkan dari sel [5].



Gambar 5. yoghurt sinbiotik telah ditambahkan dengan ekstrak betanin sebanyak 5% dengan kontrol negatif dan variasi volume 5 mL, 10 mL, dan 15 mL. Data kadar asam laktat dianalisis menggunakan metode analisis varians satu arah (ANOVA). Tiga percobaan independen dianalisis menggunakan ImageJ dan GraphPad Prism 10.0. Nilai P telah ditentukan dengan uji Tukey *P, <0.05 **P<0.01 ***P<0.001

Hasil analisis dari ANOVA satu arah, menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada kadar asam laktat antara kelompok yang berbeda. Penambahan ekstrak betanin pada volume yang berbeda menghasilkan perbedaan yang signifikan pada kadar asam laktat, kecuali antara kelompok kontrol negatif dengan 5 mL. Perbedaan yang signifikan ini ditemukan dengan tingkat signifikansi $p < 0,05$ dan dilanjutkan dengan uji Tukey, menunjukkan bahwa hasilnya memiliki statistik yang signifikan.

Sebagai contoh, perbandingan volume ekstrak betanin antara kontrol negatif dengan 10 mL memiliki nilai p yang telah disesuaikan sebesar 0,0119 (*), menunjukkan bahwa perbedaan antara kedua kelompok ini memiliki signifikansi statistik. Demikian pula, perbandingan volume ekstrak betanin antara kontrol negatif dengan 15 mL memiliki nilai p yang telah disesuaikan sebesar 0,0035 (**), menunjukkan perbedaan antara kedua kelompok tersebut memiliki signifikansi statistik.

Perbandingan volume ekstrak betanin antara kontrol negatif dengan 5 mL memiliki nilai p yang telah disesuaikan lebih besar dari 0,05 (0,2739), menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik antara kedua kelompok tersebut. Hal yang sama berlaku untuk perbandingan volume ekstrak betanin antara 10 mL dengan 15 mL dengan nilai p yang telah disesuaikan sebesar 0,0261 (*). Perbandingan volume ekstrak betanin antara 5 mL dengan 10 mL serta antara 5 mL dengan 15 mL sangat signifikan dengan nilai p yang telah disesuaikan masing-masing 0,0006(***) dan 0,0002 (***)



Gambar 6. Sinbiotik set yogurt dengan penambahan ekstrak betanin 5%, variasi 0 mL, 5 mL, 10 mL dan 15 mL.



Gambar 7. Sinbiotik set yogurt dengan penambahan ekstrak betanin 5% sebanyak 15 mL.

IV. KESIMPULAN

Merujuk kepada hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa peningkatan jumlah volume ekstrak betanin 5% dari kulit buah naga yang diberikan berpengaruh terhadap kandungan asam laktat dalam sinbiotik set yoghurt. Kandungan asam laktat tertinggi sebesar 1.88% telah didapati pada set yoghurt simbiotik dengan variasi penambahan 15 mL ekstrak betanin. Sedangkan, kontrol negatif memiliki kandungan asam laktat terendah sebesar 0.98%. Penambahan betanin juga dapat berperan sebagai pewarna alami pada yoghurt yang telah dibuat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim riset dan berbagai pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama proses penulisan jurnal ini. Penulis juga berterima kasih kepada seluruh analis di Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang atas fasilitas dan dukungan yang telah diberikan.

REFERENCES

- [1] Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia, "Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia," *Farmakovigilans*, Vol. 53, Pp. 1689-1699, 2011.
- [2] R. Kaur *Et Al.*, "Yogurt: A Nature's Wonder For Mankind," *Int. J. Fermented Foods*, Vol. 6, No. 1, P. 57, 2017, Doi: 10.5958/2321-712x.2017.00006.0.
- [3] M. N. Nurman, M. Azhar, F. Amelia, And B. Oktavia, "Pengaruh Penambahan Ekstrak Inulin Umbi Dahlia Terhadap Karakteristik Organoleptik Sinbiotik Set Yoghurt," *Periodic*, Vol. 9, No. 2, Pp. 55-59, 2020.

- [4] R. . Tungland, Bryan C., Jennifer L. Causey B.S., Joellen M. Feirtag Ph.D, Daniel D. Gallaher Ph.D, Joanne L. Slavin Ph.D., "Effects Of Dietary Inulin On Serum Lipids, Blood Glucose And The Gastrointestinal Environment In Hypercholesterolemic Men," *Nutr. Res.*, Vol. 20, No. 2, Pp. 191–201, 2005, Doi: [https://doi.org/10.1016/S0271-5317\(99\)00152-9](https://doi.org/10.1016/S0271-5317(99)00152-9).
- [5] R. K. Tamime, A. Y., & Robinson, *Tamime And Robinson's Yoghurt: Science And Technology.*, Third Edit. Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington, Cambridge CB21 6AH, England, 2007.
- [6] Y. Qin, F. Xu, L. Yuan, H. Hu, X. Yao, And J. Liu, "Comparison Of The Physical And Functional Properties Of Starch/Polyvinyl Alcohol Films Containing Anthocyanins And/Or Betacyanins," *Int. J. Biol. Macromol.*, Vol. 163, Pp. 898–909, 2020, Doi: [10.1016/j.jbiomac.2020.07.065](https://doi.org/10.1016/j.jbiomac.2020.07.065).
- [7] T. Esatbeyoglu, A. E. Wagner, V. B. Schini-Kerth, And G. Rimbach, "Betanin-A Food Colorant With Biological Activity," *Mol. Nutr. Food Res.*, Vol. 59, No. 1, Pp. 36–47, 2015, Doi: [10.1002/mnfr.201400484](https://doi.org/10.1002/mnfr.201400484).
- [8] S. Priatni And A. Pradita, "Stability Study Of Betacyanin Extract From Red Dragon Fruit (*Hylocereus Polyrhizus*) Peels," *Procedia Chem.*, Vol. 16, Pp. 438–444, 2015, Doi: [10.1016/j.proche.2015.12.076](https://doi.org/10.1016/j.proche.2015.12.076).
- [9] E. B. P. Agne, R. Hastuti, And K. Khabibi, "Ekstraksi Dan Uji Kestabilan Zat Warna Betasianin Dari Kulit Buah Naga (*Hylocereus Polyrhizus*) Serta Aplikasinya Sebagai Pewarna Alami Pangan," *J. Kim. Sains Dan Apl.*, Vol. 13, No. 2, Pp. 51–56, 2010, Doi: [10.14710/jksa.13.2.51-56](https://doi.org/10.14710/jksa.13.2.51-56).
- [10] S. S. Timoneda A, Yunusov T, Quan C, Gavrin A, Brockington SF, "Betalain Pigments Enable In Vivo Real-Time Visualisation Of Arbuscular Mycorrhizal Colonisation," *Plos Biol*, Vol. 19, 2021, Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001326>.
- [11] E. Saati, "Pemanfaatan Kulit Buah Naga Sebagai Pengganti Pewarna Sintetis," *Gamma*, Vol. 6, No. 1, Pp. 15–34, 2005.
- [12] A. YURICO, "PENGARUH PENAMBAHAN INULIN TERHADAP KARAKTERISTIK SET YOGHURT .," Vol. 8 (No.2), P. 156 S.D 162, 2020.
- [13] Cut Sisin .Et.Al., "Pengambilan Zat Betasianin Dari Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*) Sebagai Pewarna Makanan Alami Dengan Metode Ekstraksi," Vol. 2, No. Oktober, Pp. 107–119, 2021.
- [14] Ramesh C. Chandan And Kevin R. O'Rell, "Principles Of Yogurt Processing," In *Manufacturing Yogurt And Fermented Milks.*, Copyright., Vol., No., R. C. Chandan, Ed. 550 Swanston Street, Carlton, Victoria 3053, Australia: Blackwell Publishing Asia, 2006, Pp. 195–209.
- [15] K. H. Association Of Official Analytical Chemists, "Diary Product," In *Official Methods Of Analysis Of The Association Of Official Analytical Chemists*, 15th Ed., Vol. 2, America: The Association, Arlington, VA, 1990, 1990, P. 834.
- [16] Florentinus Gregorius Winarno And Ivone E. Fernandez, *Fermented Milk Dairy Products*. Bogor: M-BRIO Press, 2007.
- [17] M. Sunarlim, R., Setiyanto, H., & Poeloengan, "Pengaruh Kombinasi *Lactobacillus Acidophilus* Dengan Starter Yoghurt (*Lactobacillus Bulgaricus* Dan *Streptococcus Thermophilus*) Terhadap Mutu Susu Fermentasi," 2008.
- [18] SNI Yoghurt 2981, "Sni Yoghurt 2981:2009," 2009.
- [19] Pubchem Compound Summary For CID 6324775, "National Center For Biotechnology Information, Betacyanin." 2023.
- [20] S. Subagiyo, S. Margino, And T. Triyanto, "Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Sumber Karbon, Nitrogen Dan Fosforpada Medium Deman, Rogosa And Sharpe (MRS) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat Terpilih Yang Diisolasi Dari Intestinum Udang Penaeid," *J. Kelaut. Trop.*, Vol. 18, No. 3, P. 127, 2016, Doi: [10.14710/jkt.v18i3.524](https://doi.org/10.14710/jkt.v18i3.524).
- [21] K. K. Alfaridhi, A. T. Lunggani, And E. Kusdiyantini, "Penambahan Filtrat Tepung Umbi Dahlia (*Dahlia Variabilis* Willd.) Sebagai Prebiotik Dalam Pembuatan Yoghurt Sinbiotik," *Biotoma Berk. Ilm. Biol.*, Vol. 15, No. 2, P. 64, 2013, Doi: [10.14710/biotoma.15.2.64-72](https://doi.org/10.14710/biotoma.15.2.64-72).