

DOI <http://dx.doi.org/10.36722/sst.v7i3.1236>

Potensi Bakteri Asam Laktat Sebagai Penghasil Eksopolisakarida Dari Dekke Na Niura

Anggy Yohanna Nasution^{1*}, Rasyidah¹, Ulfayani Mayasari¹¹Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara
Jl. Lapangan Golf No. 120, 20353Penulis untuk Korespondensi/E-mail: anggyyohannanasution@gmail.com

Abstract - Dekke Na Niura is a typical traditional food of Batak Toba tribe which is made from fermented carp. Dekke Na Niura can act as a source of probiotics because it contains good microorganisms, namely Lactic Acid Bacteria (LAB). Several types of LAB are known synthesize exopolysaccharides (EPS), which are polysaccharide polymers considered important for health. Therefore researchers want to know whether *dekke na niura* can act as functional food evidenced by the presence of LAB and its potential to produce EPS. The presence of bacterial isolate on *dekke na niura* was detected by *dilution series-pour plate* method on MRSA (*deMan Rogosa and Sharpe Agar*) medium, then confirmed as LAB by morphological and biochemical characterization. The isolates believed to be LAB were then tested for their potential to produce EPS. The results showed that in *dekke na niura*, LAB isolates were found by UB1, UB2 and UB3 and then all of them identified as *Lactobacillus*. The three isolates showed the potential for EPS production with a weight ranging from 2490-3490 mg/L. This weight is known to be greater than the weight of EPS produced by commercial LAB isolates.

Abstrak - Dekke Na Niura ialah makanan tradisional khas suku Batak Toba yang berbahan dasar ikan mas terfermentasi. Dekke Na Niura dapat berperan sebagai sumber probiotik karena mengandung mikroorganisme baik yaitu Bakteri Asam Laktat (BAL). Sejumlah strain BAL diketahui dapat mensintesis Eksopolisakarida (EPS), yakni polimer polisakarida yang dinilai penting bagi kesehatan. Oleh karena itu peneliti ingin mengetahui apakah *dekke na niura* dapat bertindak sebagai pangan fungsional yang dibuktikan dengan adanya BAL dan potensinya dalam menghasilkan EPS. Keberadaan isolat bakteri pada *dekke na niura* dideteksi dengan menggunakan metode pengenceran taburan pada medium MRSA (*deMan Rogosa and Sharpe Agar*), lalu dipastikan sebagai BAL dengan cara dikarakterisasi secara morfologi dan biokimia. Isolat yang diyakini sebagai BAL selanjutnya diuji potensinya dalam menghasilkan EPS. Hasil penelitian menunjukkan adanya isolat BAL pada *dekke na niura* yang dinamai dengan UB1, UB2 dan UB3 dan teridentifikasi seluruhnya sebagai *Lactobacillus*. Ketiga isolat tersebut lalu menunjukkan potensi produksi EPS dengan berat berkisar antara 2490-3490 mg/L. Berat ini diketahui lebih besar dari berat EPS yang dihasilkan oleh isolat BAL komersial.

Keywords – Carp, Dekke Na Niura, Lactic Acid Bacteria, Exopolisaccharides

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan yang dihuni oleh lebih dari 633 suku bangsa yang menjadikannya sangat kaya akan budaya, kearifan lokal dan juga makanan tradisionalnya [1], Dekke Na Niura merupakan salah satu makanan fermentasi tradisional yang berasal dari provinsi Sumatera Utara yaitu khas suku Batak Toba. Makanan ini adalah makanan istimewa bagi masyarakat batak yang

umumnya disediakan pada acara-acara khusus saja, seperti pada pesta penerimaan tamu, pesta perayaan ulang tahun, pesta pernikahan, atau acara-acara keluarga lainnya [2], proses pembuatannya yang menghabiskan waktu berjam-jam, membuat *na niura* jarang dikonsumsi sebagai pangan sehari-hari [3], Dekke Na Niura tidak dimasak menggunakan api melainkan dimatangkan dengan bumbu utamanya yaitu asam jeruk jungga (*Citrus jambhiri* Lush) sehingga terasa enak, segar, tidak berbau amis dan

layak untuk dikonsumsi [4], bahwa *dekke na niura* dapat berpotensi besar sebagai sumber probiotik karena mengandung bakteri baik yaitu Bakteri Asam Laktat (BAL). BAL adalah bakteri gram positif yang mampu memfermentasi karbohidrat dan menghasilkan asam laktat yang dapat berdampak positif bagi kesehatan manusia khususnya sistem pencernaan. BAL telah berstatus sebagai *Generally Recognized as Safe* (GRAS) atau aman bagi manusia. Penelitian lebih lanjut telah membuktikan bahwa BAL berpotensi mengendalikan bakteri patogen dalam saluran pencernaan, menstimulus sistem imun, mencegah sembelit, memperbaiki daya cerna laktosa dan memproduksi senyawa antibakteri [5].

Beberapa strain BAL diketahui mampu memproduksi Eksopolisakarida (EPS) yang dinilai penting bagi kesehatan sebab memiliki aktivitas anti-tumor, anti-*ulcer*, anti inflamasi dan mampu meningkatkan sistem imun tubuh [6], penelitian lain menyatakan bahwa EPS yang diproduksi oleh BAL menunjukkan adanya aktivitas antioksidan, antibiofilm, imunologi dan dapat meningkatkan keseimbangan mikroflora usus [7], dewasa ini telah banyak dilakukan eksplorasi BAL penghasil EPS, tetapi sumber BALnya masih dipusatkan pada produk fermentasi berjenis susu seperti [8], yang mengisolasi BAL penghasil EPS dari susu kacang tanah terfermentasi, dari buah-buahan seperti [9], yang mengisolasi BAL penghasil EPS dari buah kersen dan dari sayuran seperti penelitian [10], yang mengisolasi BAL penghasil EPS. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi bakteri asam laktat yang diisolasi dari olahan makanan tradisional *dekke na niura*, yaitu berupa olahan ikan mas terfermentasi, dalam menghasilkan eksopolisakarida

METODE

Penelitian dilakukan pada bulan September sampai dengan Oktober pada tahun 2021 di Unit Pelaksana Teknis Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Sumatera Utara (UPT. LABKESDA). Metode penelitian ini bersifat deskriptif kualitatif untuk mengetahui adanya bakteri asam laktat dari *dekke na niura* sebagai penghasil eksopolisakarida yang dilakukan melalui beberapa tahapan meliputi proses isolasi BAL, karakterisasi BAL dan pengujian kemampuan dalam menghasilkan EPS.

Pembuatan Dekke Na Niura

Ikan mas hidup dengan bobot ± 1 kg dimatikan, disisiki, dibelah dua melebar dari punggungnya,

dibuang insang dan isi perutnya lalu dicuci hingga bersih dengan air matang, ditiriskan dan dimasukkan ke dalam wadah tertutup. Setelah itu, disiram dengan perasan asam jeruk jungga secara merata dan didiamkan selama 4 jam. Proses marinasi ini lah yang bertujuan untuk melunakkan tulang-tulang ikan serta mematangkan dagingnya tanpa pemanasan api. Selanjutnya 180 g bawang merah, 80 g bawang putih serta 100 g kemiri disangrai hingga harum. 300 g rias (batang kecombrang) dikukus hingga tidak keras lagi lalu dihaluskan semua bahan bersamaan dengan 40 g jahe, 80 g kunyit, 20 g kencur, serta 20 g cabe rawit dan 20 g andaliman. Bumbu *na niura* yang telah halus kemudian dioleskan pada ikan mas secara merata lalu didiamkan kembali selama 1 jam, setelah itu *dekke na niura* dapat dikonsumsi [11].

Isolasi BAL

Metode isolasi yang digunakan ialah metode *dilution series-pour plate* (pengenceran-tuang) menggunakan medium MRS (*de Man Rogosa and Sharpe*) yaitu media yang dirancang khusus untuk mendukung pertumbuhan mikroba kelompok BAL. Jika tujuan adalah untuk menumbuhkan dan mengisolasi BAL maka digunakan media MRSA (*de Man Rogosa and Sharpe Agar*) namun jika tujuan adalah untuk menumbuhkan dan memudahkan BAL melepaskan metabolit sekundernya maka digunakan media MRSB (*de Man Rogosa and Sharpe Broth*) [12].

Dimana isolasi dilakukan dengan diambil 1 g daging *dekke na niura* lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 mL media MRSB, divortex 30 detik, lalu diinkubasi 48 jam, 37°C. Hasil inkubasi selanjutnya diencerkan hingga pengenceran 10^{-9} menggunakan media BP (*Bacteriological Peptone*) steril. Dari pengenceran 10^{-4} sampai dengan pengenceran 10^{-9} ditumbuhkan secara *pourplate* pada media MRSA+CaCO₃ 1% lalu diinkubasi selama 48 j, 37°C. Pada hasil inkubasi, isolat yang menunjukkan zona bening di sekeliling koloninya, diperkirakan sebagai BAL. Dicuplik koloni tersebut kemudian diinokulasikan kembali pada media MRSA dengan metode *kuadran streak* hingga didapatkan kultur murninya [13].

Karakterisasi BAL

Isolat murni yang telah didapatkan selanjutnya dikarakterisasi secara morfologi dan biokimia guna memastikan bahwa isolat tersebut merupakan bakteri, serta agar diketahui genus dari bakteri.

Asam laktat tersebut. Karakteristik morfologi yang diamati meliputi bentuk, tepian, elevasi dan warna

koloni serta dilanjutkan dengan pewarnaan gram [14], pewarnaan gram dilakukan dengan cara mensuspensikan 1 ose biakan bakteri ke dalam 1 tetes aquades steril di atas objek gelas lalu didiamkan hingga mengering dan difiksasi. Dimana objek gelas tersebut telah dibersihkan terlebih dulu dengan alkohol 70%. Ke atas biakan yang telah difiksasi diteteskan gentian violet, didiamkan selama 30 s lalu dibilas aquades. Kemudian ditetesi iodine, ditunggu 30 s lalu dibilas aquades. Ditetesi kembali dengan alkohol 96% lalu dibilas aquades. Terakhir ditetesi safranin, dibiarkan 15-20 s lalu dibilas dengan aquades dan setelah itu dikeringkan dengan cara difiksasi kemudian diamati dibawah mikroskop dengan bantuan immersi oil [15].

Disamping itu, uji biokimia yang dilakukan diantaranya ialah uji katalase, uji motilitas dan uji *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA). Uji katalase dilakukan dengan cara meneteskan 2-3 tetes reagen hidrogen peroksida (H_2O_2) 3% ke atas goresan 1 ose biakan bakteri di atas objek gelas. Lalu diamati ada tidaknya perubahan berupa gelembung-gelembung gas [16], uji motilitas dilakukan dengan cara menusukkan 1 ose lurus biakan bakteri ke dalam media SIM (*Sulfit Indol Motility*) dengan menyisahkan $\frac{1}{4}$ bagian pada bagian *butt* nya kemudian diinkubasi 48 j, $37^\circ C$ dan diamati ada tidaknya rambatan-rambatan disekitar tusukan [17], uji TSIA dilakukan dengan cara menusukkan 1 ose lurus biakan bakteri ke dalam media TSIA sampai mencapai bagian *butt*, kemudian diambil lagi sebanyak 1 ose dan digoreskan secara zig-zag pada bagian miring media. Lalu diinkubasi 48 j, $37^\circ C$ dan diamati perubahan warna yang terjadi [18].

Uji Produksi EPS Kasar

Tahap terakhir yang dilakukan adalah pengujian produksi EPS kasar yang dilakukan dengan cara menginokulasikan 4 ose BAL ke dalam 25 mL media MRSB lalu diinkubasi selama 24 j, $35^\circ C$. Setelah itu disentrifugasi dingin selama 30 menit, 5000 rpm, $4^\circ C$. Dipindahkan 10 mL supernatan hasil sentrifugasi ke dalam tabung reaksi yang sudah ditimbang terlebih dulu beratnya, lalu ditambahkan dengan 20 mL aseton teknis (2 kali volume sampel) dan didiamkan selama semalam pada suhu $4^\circ C$. Disentrifugasi kembali selama 30 menit, 5000 rpm, $4^\circ C$, dibuang supernatan dan dikeringkan pellet yang berada di dasar tabung dengan oven $100^\circ C$, 15 menit [19], ditimbang berat tabung berisi EPS kering lalu dikurangi berat tabung kosong yang semula, hingga didapatkan berat konstannya lalu ditentukan rendemannya dengan rumus:

$$\text{Kadar EPS (mg/L)} = \frac{\text{Berat EPS kering (mg)}}{\text{Volume media (L)}} \quad (1)$$

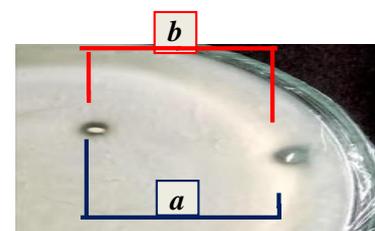
Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil karakterisasi disajikan secara deskriptif kualitatif meliputi karakteristik morfologi dan biokimia bakteri asam laktat dilanjutkan dengan identifikasi sampai ke tingkat genus menggunakan buku *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Second Edition, Volume Three: The Firmicutes* serta jurnal dan hasil perhitungan nilai eksopolisakarida yang diperoleh dari masing-masing isolat disajikan dalam bentuk tabel lalu diuraikan secara naratif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Bakteri Asam Laktat

Hasil analisa deteksi keberadaan BAL pada olahan makanan *dekke na niura* menunjukkan bahwa BAL dapat ditemukan pada daging ikan mas *na niura*. Pada penelitian ini telah berhasil diisolasi 3 koloni bakteri yang diyakini sebagai BAL, ketiga isolat tersebut dinamai dengan Ura BAL (UB) dan selanjutnya disingkat menjadi UB1, UB2 dan UB3. Dimana, ketika diisolasi pada media MRSA, isolat yang diyakini sebagai BAL akan mampu menghasilkan zona bening disekitar koloninya. Hal ini merupakan akibat dari penggunaan $CaCO_3$ 1% pada medium MRSA. $CaCO_3$ 1% pada medium MRSA akan bereaksi terhadap asam yang dihasilkan oleh BAL membentuk Kalsium Laktat (Ca-Lactic) yang kemudian larut dalam media dan akan ditunjukkan dengan adanya zona bening disekitar koloni yang tumbuh [20].



Gambar 1. (a) Isolat bakteri pada medium MRSA+ $CaCO_3$ 1%, (b) Zona bening yang ditimbulkan oleh isolat bakteri

Pemilihan koloni ini didasarkan pada ada tidaknya zona bening yang muncul disekeliling koloni serta seberapa besar zona bening yang ditimbulkan tersebut sebab koloni dengan zona bening yang luas diduga akan menghasilkan metabolit sekunder yang besar pula. Ketiga koloni yang dipilih ini merupakan

koloni dengan zona bening yang terbesar.

Karakterisasi Bakteri Asam Laktat

Isolat bakteri yang telah didapatkan selanjutnya dilihat karakteristik morfologinya dengan menggunakan mikroskop meliputi bentuk koloni, tepi koloni, elevasi koloni dan warna koloni. Ketiga isolat yang telah ditemukan memiliki bentuk koloni yang bervariasi yaitu UB1 dan UB2 berbentuk circular sedangkan UB3 memiliki bentuk spindel. Tepi koloni tergolong seragam yaitu entire dengan elevasi dan warna koloni seluruhnya juga seragam yaitu flat dan putih susu berhasil mengisolasi 4 isolat BAL dari

dekke na niura dan menyatakan bahwa bakteri asam laktat yang berperan dalam fermentasi *dekke na niura* memiliki karakteristik bentuk berupa circular, tepi entire, elevasi flat dan convex serta warnanya berupa putih susu [12], sedangkan mengisolasi BAL dari *dekke na niura* dan memperoleh satu isolat dengan bentuk spindel, tepi runcing, elevasi flat dan warna koloni putih *cream* [14], sementara itu, BAL yang diisolasi dari *dekke na niura* memiliki bentuk koloni yang berbeda yaitu circular dan spindel, namun tepi, elevasi dan warna koloni seluruhnya sama yaitu entire, flat dan putih susu [21].

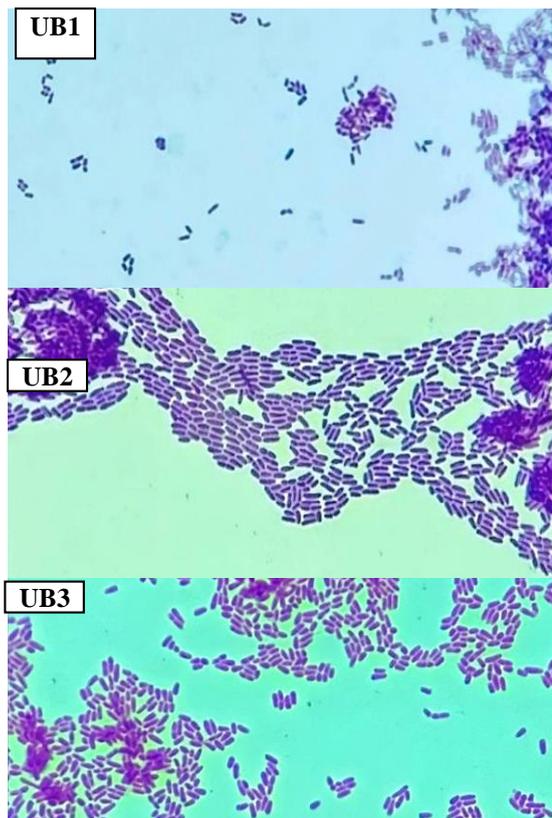
Tabel 1. Karakter fenotip isolat bakteri asal *dekke na niura*

Karakteristik	Nama Isolat		
	UB1	UB2	UB3
Morfologi Koloni			
Bentuk	Circular	Circular	Spindel
Tepian	Entire	Entire	Entire
Elevasi	Flat	Flat	Flat
Warna	Putih Susu	Putih Susu	Putih Susu
Morfologi Sel			
Sifat Gram	Positif	Positif	Positif
Bentuk Sel	<i>Basil</i>	<i>Basil</i>	<i>Basil</i>
Fermentasi Karbohidrat			
Glukosa	+	+	+
Laktosa	+	+	+
Sukrosa	+	+	+
Sifat Biokimiawi			
Produksi H ₂ S	-	-	-
Produksi Gas	-	-	-
Sifat Fisiologis			
Motilitas	Non motil	Non motil	Non motil
Katalase	Negatif	Negatif	Negatif
Genus	<i>Lactobacillus</i> sp. 1	<i>Lactobacillus</i> sp. 2	<i>Lactobacillus</i> sp. 3

Keterangan: (+) Dapat memfermentasi karbohidrat, (-) Tidak ditemukan

Pada ketiga isolat juga dilakukan pewarnaan gram dan hasilnya ialah UB1, UB2 dan UB3 seluruhnya terwarnai sebagai ungu. Bakteri yang berjenis Gram Positif diidentikkan dengan warna ungu yang menunjukkan bahwa bakteri tersebut mampu mempertahankan zat warna kristal violet, hal ini dikarenakan bakteri tersebut memiliki kandungan peptidoglikan yang tebal dan sebaliknya lapisan lipid yang rendah pada dinding selnya. Lapisan peptidoglikan diketahui mampu menyerap zat warna kristal violet yang juga tidak tergerus melalui prosedur pembilasan alkohol 96% [22], melalui pewarnaan gram diketahui juga bahwa ketiga isolate memiliki bentuk berupa *basil* yang teramati meng-

gunakan mikroskop dengan perbesaran 1000 kali yang dapat dilihat pada gambar 2. Dengan demikian ketiga isolat ini teridentifikasi seluruhnya sebagai bakteri gram positif dengan bentuk selnya berupa *basil*. BAL adalah organisme gram positif, tidak mem-bentuk spora, katalase negatif dan tanpa sitokrom yang bentuk selnya dapat berupa basil maupun coccus [23], BAL yang berasal dari genus *Lactobacillus*, selnya berbentuk batang yaitu dari yang sangat pendek sampai panjang [24].



Gambar 2. Pewarnaan gram isolat bakteri dari *dekke na niura* dengan perbesaran 1000 kali.

Memperlihatkan kemampuan memfermentasi ketiga jenis gula, yakni bagian slant maupun butt media, seluruhnya berubah menjadi warna kuning dengan tidak menghasilkan gas dan H₂S.

Berdasarkan hasil identifikasi maka diduga kuat bahwa ketiga isolat tersebut yaitu UB1, UB2 dan UB3 merupakan bakteri asam laktat dan termasuk ke dalam genus *Lactobacillus*. Hal ini didasarkan pada ciri-ciri yang didapatkan pada bakteri tersebut yaitu memiliki bentuk batang, gram positif, bersifat non motil, katalase negatif, fakultatif anaerob dan mampu memfermentasi tiga gula sederhana yaitu glukosa, sukrosa dan laktosa secara homofermentatif namun tidak membentuk gas dan H₂S dalam uji fermentasi gula (TSIA). Bakteri dengan sifat gram positif, katalase negatif, bentuk batang sangat pendek, sampai panjang diperkirakan sebagai bakteri asam laktat [15], genus *Lactobacillus* meliputi kelompok bakteri gram positif, berbentuk batang bulat (*coccobacilli*), biasanya non motil, tidak membentuk spora dan fakultatif anaerobik [25].

Produksi Eksopolisakarida

Hasil uji EPS kasar pada penelitian ini disajikan dalam tabel, yang menunjukkan bahwa ketiga isolat BAL memiliki kemampuan memproduksi EPS

dengan jumlah yang beragam, berkisar antara 2490-3490 mg/L.

Tabel 2. Produksi EPS kasar oleh isolat asal *dekke na niura*

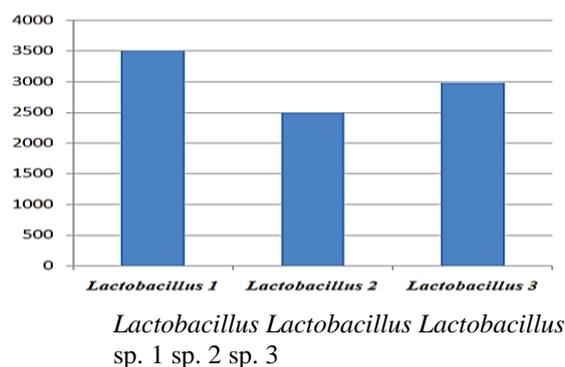
Isolat	EPS Kasar
<i>Lactobacillus</i> sp. 1	3490 mg/L
<i>Lactobacillus</i> sp. 2	2490 mg/L
<i>Lactobacillus</i> sp. 3	2980 mg/L

Isolat yang menghasilkan EPS dengan jumlah tertinggi ialah isolat UB1 yang telah teridentifikasi sebagai *Lactobacillus* sp. 1 yaitu sebanyak 3490 mg/L. Isolat UB3 yang merupakan *Lactobacillus* sp. 3 memiliki nilai EPS tertinggi kedua, yaitu 2980 mg/L dan isolat UB2 yang juga telah teridentifikasi sebagai *Lactobacillus* sp. 2 memiliki nilai EPS sebesar 2490 mg/L. Jika dibandingkan dengan produksi EPS dari isolat BAL komersial, yaitu *Lactobacillus casei* maka produksi EPS dari isolat BAL asal *dekke na niura* lebih tinggi. Karena produksi EPS oleh *L. casei* tercatat hanya sebanyak 1470 mg/L. Sementara itu jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya, maka perbandingan nilai EPS yang diproduksi juga tidak jauh berbeda, diisolasi BAL penghasil EPS asal fermentasi markisa ungu dengan kisaran jumlah EPS yang dihasilkan ialah sebesar 1790-2183 mg/L [19].

Perbedaan jumlah EPS yang didapatkan pada penelitian ini dengan penelitian lain diduga disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satunya ialah waktu inkubasi yang digunakan. Pada penelitian ini produksi EPS oleh BAL dipanen pada jam ke-24 setelah ditumbuhkan pada 25 mL media cair. Hal ini didasarkan pada [26], yang menyatakan bahwa, produksi maksimal EPS yang dihasilkan oleh suatu kultur akan dipengaruhi oleh faktor pertumbuhan kultur tersebut, dimana produksi EPS optimum terjadi selama produksi selnya maksimum yaitu pada fase stationer atau fase akhir dari BAL. Fase stationer isolat BAL dimulai pada kisaran jam ke 20-24 dan pada tahap pertumbuhan selanjutnya justru akan terjadi degradasi EPS. Hal ini terjadi dikarenakan EPS yang diproduksi oleh mikroba pada fase stationer dapat dimanfaatkan kembali sebagai sumber karbon pada fase menjelang kematian sebab ia memiliki enzim yang dapat mendegradasi EPS tersebut. Akibatnya perpanjangan waktu inkubasi justru akan menurunkan produksi EPS [27], [28].

Faktor lain yang dapat mempengaruhi besar-kecilnya jumlah EPS yang dihasilkan oleh BAL selain waktu

inkubasi ialah kelebihan karbohidrat pada media, jenis media yang digunakan, kondisi fermentasi seperti suhu, pH dan kadar oksigen serta fisiologis masing-masing bakteri [29], suhu optimum BAL diketahui 37°C, maka pada penelitian ini, untuk mendapatkan polisakarida maksimum, suhu inkubasinya diturunkan menjadi 35°C. Hasil uji EPS kasar pada penelitian ini disajikan dalam tabel 2, yang menunjukkan bahwa ketiga isolat BAL memiliki kemampuan memproduksi EPS dengan jumlah yang beragam, berkisar antara 2490-3490 mg/L.



Gambar 3. Grafik produksi EPS kasar oleh BAL asal *dekke na niura*

Dari gambar dapat diketahui produksi EPS oleh ketiga isolat BAL asal *dekke na niura* menunjukkan jumlah yang bervariasi meskipun ketiga isolat tersebut teridentifikasi ke dalam genus yang sama yaitu *Lactobacillus*. Hal ini diasumsikan akibat pengaruh dari keragaman genetik yang dimilikinya. Perbedaan spesies merujuk kepada perbedaan gen yang dibawa sehingga berhubungan erat dengan proses metabolisme yang dilakukan dan jumlah metabolit yang dihasilkan. Tiap gen bertugas dalam mengawasi pembentukan, fungsi dan kemampuan suatu enzim dalam bekerja, sehingga ketika ada gen yang berbeda meskipun masih tergolong ke dalam satu spesies yang sama namun dengan strain yang berbeda, maka hasil akhir metabolismenya pun dapat berbeda [30].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa pada *dekke na niura* terdapat bakteri asam laktat yang telah diketahui sebagai *Lactobacillus* sp. 1, *Lactobacillus* sp. 2 dan *Lactobacillus* sp. 3 dan ketiga isolat tersebut berpotensi memproduksi EPS yang berkisar antara 2490-3490 mg/L. Produksi EPS yang ditunjukkan

oleh ketiga isolat ini diketahui lebih tinggi daripada produksi EPS oleh isolat BAL komersial *Lactobacillus casei* yaitu 1470 mg/L.

REFERENSI

- [1] P. Christine dan S. Ramaloka, "Pemanfaatan infusa buah jernang (*Daemonorops draco*) terhadap bakteri *Escherichia coli* sebagai obat antidiare pada suku talang mamak Provinsi Riau," *Journal of Pharmacy and Science*, vol. 4, no. 1, 2020.
- [2] I. Pakpahan, Sumardianto dan A. S. Fahmi, "Pengaruh lama waktu perendaman bumbu yang berbeda terhadap karakteristik naniura ikan mas (*Cyprinus carpio*)," *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, vol. 2, no. 2, 2020.
- [3] G. M. Febrian, "Pengaruh berbagai jenis asam jeruk dan lama perendaman terhadap mutu ikan mas naniura," Universitas Sumatera Utara, Medan, 2016.
- [4] M. Manik, J. Kaban, J. Silalahi dan M. Ginting, "Lactic Acid Bacteria (LAB) with probiotic potential from dengke naniura," *Baghdad Science Journal*, vol. 18, no. 1, 2020.
- [5] E. Harmayanti, M. Gardjito dan U. Santoso, "Makanan tradisional indonesia seri: kelompok makanan fermentasi dan makanan yang populer di masyarakat," UGM Press, Yogyakarta, 2019.
- [6] D. A. Patten dan A. P. Laws, "Lactobacillus-produced exopolysaccharides and their potential health benefits: a review," *Journal of Beneficial Microbes*, vol. 6, no. 4, 2015.
- [7] Y. Wei, F. Li, L. Li, L. Huang dan Q. Li, "Genetic and biochemical characterization of an exopolysaccharide with in vitro anti-tumoral activity produced by *Lactobacillus fermentum* YL-11," *Frontiers in Microbiology*, vol. 10, no. 2898, 2019.
- [8] M. T. Fatih, "Produksi eksopolisakarida oleh bakteri asam laktat asal susu kacang tanah terfermentasi," UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang, 2020.
- [9] D. C. Giyatno dan E. Retnaningrum, "Isolasi dan karakterisasi bakteri asam laktat penghasil eksopolisakarida dari buah kersen (*Muntingia calabura* L.)," *Jurnal Sains Dasar*, vol. 9, no. 2, 2020.
- [10] A. Nudyanto dan E. Zubaidah, "Isolasi bakteri asam laktat penghasil eksopolisakarida dari kimchi," *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, vol. 3, no. 2, 2015.

- [11] M. Manik, "Karakterisasi kimia dan mikrobiologis serta pengujian potensi probiotik dari dengke naniura sebagai makanan tradisional hasil fermentasi ikan mas (*Cyprinus carpio*) asal kawasan danau Toba," Universitas Sumatera Utara, Medan, 2020.
- [12] S. Sugiarti, "Isolasi senyawa fenolik dari bekatul terfermentasi (*Lactobacillus plantarum*) dan uji aktivitas sebagai antioksidan," Universitas Sumatera Utara, Medan, 2021.
- [13] Nasri, "Uji aktivitas antibakteri probiotik dari ikan naniura hasil fermentasi ikan mas (*Cyprinus carpio*) terhadap *Salmonella typhi*," Universitas Sumatera Utara, Medan, 2019.
- [14] Romadhon, Subagiyo dan S. Margino, "Isolasi dan karakterisasi bakteri asam laktat dari usus udang penghasil bakteriosin sebagai agen antibakteria pada produk-produk hasil perikanan," Indonesian Journals of Fisheries Science and Technology, vol. 8, no. 1, 2012.
- [15] A. Sharah, R. Karnila dan A. Susilowati, "Pembuatan kurva pertumbuhan bakteri asam laktat yang diisolasi dari ikan peda kembung (*Rastrelliger sp.*)," Journal of Microbiology, vol. 15, no. 1, 2015.
- [16] R. A. Sari, R. Nofiani, dan P. Ardiningsih, "Karakterisasi bakteri asam laktat genus *Leuconostoc* dari pekasam ale-ale hasil formulasi skala laboratorium," Jurnal Kesehatan Khatulistiwa, vol.1, no.1, 2012.
- [17] A. Aisyah, E. Kusdiyantini dan A. Suprihadi, "Isolasi, karakterisasi bakteri asam laktat dan analisis proksimat dari pangan fermentasi tempoyak," Jurnal Biologi, vol. 3, no. 2, 2014.
- [18] Y. S. Ismail, C. Yulvizar dan Putriani, "Isolasi karakterisasi dan uji aktivitas antimikroba bakteri asam laktat dari fermentasi biji kakao (*Theobroma cacao L.*)," Jurnal Bioleuser, vol 1, no. 2, 2017.
- [19] F. Zahro, "Isolasi dan identifikasi bakteri asam laktat asal fermentasi markisa ungu (*Passiflora edulis var. Sims.*) sebagai penghasil eksopolisakarida," UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang, 2014.
- [20] F. Nur, Hafsan dan A. Wahdiniar, "Isolasi bakteri asam laktat berpotensi probiotik pada dangke, makanan tradisional dari susu kerbau di Curio Kab. Enrekang," Jurnal Biogenesis, vol. 3, no. 1, 2015.
- [21] A. J. N. Hutahean, "Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Dari Dengke Naniura Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Serta Uji Inhibisi Enzim α -Glukosidase," Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2019.
- [22] I. Effendi, "Metode Identifikasi dan Klasifikasi Bakteri," Oceanum Press, Pekanbaru, 2020.
- [23] J. E. Line, "Isolation and purification of enterocin E-760 with broad antimicrobial activity against gram-positive and gram-negative bacteria." Antimicrobial Agents and Chemotherapy Journal, vol. 52, no. 1, 2018.
- [24] R. Hardiningsih, R. N. R. Napitupulu dan T. Yulinery, "Isolasi dan uji resistensi beberapa isolat *Lactobacillus* pada pH rendah," Jurnal Biodiversitas, vol. 7, no. 1, 2006.
- [25] I. S. Surono. "Probiotik susu fermentasi dan kesehatan," Tri Cipta Karya, Jakarta, 2014.
- [26] B. Ihsan, "Dasar-dasar mikrobiologi," CV. Insan Cendekia Mandiri, Padang, 2021.
- [27] T. Sopandi dan Wardah, "Mikrobiologi Pangan, Teori dan Praktik," Andi Press, Yogyakarta, 2014.
- [28] S. Petry, S. Furlan, M. J. Crepeau dan M. Desmazeaud, "Factors affecting exocellular polysaccharide production by *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* grown in a chemically defined medium," Application and Environment Microbiology, vol. 66, no. 8, 2000.
- [29] K. T. Asmara, "Potensi bakteri asam laktat dari jerok, hasil fermentasi durian (*Durio zibethinus L*) khas karo sebagai probiotik dan dalam menghasilkan eksopolisakarida," Universitas Sumatera Utara, Medan, 2017.
- [30] Suryo, "Genetika untuk Strata-1," UGM Press, Yogyakarta, 20121.