

Isolasi dan Uji Antagonis Bakteri Asam Laktat dari Tape Pisang Kepok terhadap *Escherichia coli*

Isolation and Antagonist Test of Lactic Acid Bacteria from Fermented Kepok Banana against Escherichia coli

Kharisma Namira Salsabilla*, Guntur Trimulyono

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

*e-mail: kharismanamira14@gmail.com

Abstrak. *Escherichia coli* adalah salah satu bakteri patogen yang menyebabkan infeksi pencernaan jika jumlahnya melebihi batas normal di dalam usus manusia. Infeksi tersebut dapat dicegah dengan memanfaatkan bakteri probiotik. Salah satu kelompok probiotik adalah bakteri asam laktat (BAL). Sumber BAL dapat diperoleh salah satunya dari makanan fermentasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi BAL dari tape pisang kepok dan menguji aktivitas antagonis isolat BAL dalam menghambat pertumbuhan *E. coli*. Metode isolasi yang digunakan adalah *pour plate*. Uji karakter BAL dilakukan secara makroskopis dengan mengamati morfologi koloni bakteri serta mikroskopis meliputi pewarnaan Gram, pewarnaan endospora, uji katalase, dan uji motilitas. Uji antagonis menggunakan metode difusi sumuran. Data uji antagonis dianalisis menggunakan uji *Kruskal Wallis* dan dilanjutkan dengan *Post Hoc Bonferroni*. Hasil memperoleh lima isolat yang diberi kode BTPK1, BTPK2, BTPK3, BTPK4, dan BTPK5. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata zona hambat isolat BAL terhadap *E. coli* berkisar 4,33-6,00 mm dan lebih kecil dari kontrol positif Ciprofloxacin 0,5% ($33,80 \pm 2,64$ mm). Kelima isolat BAL dari tape pisang kepok yang diperoleh memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *E. coli*. Bakteri asam laktat yang diperoleh dari tape pisang kepok lebih lanjut dapat diuji potensinya sebagai probiotik.

Kata kunci: probiotik; makanan fermentasi; patogen; zona hambat

Abstract. *Escherichia coli* is one of the pathogenic bacteria that can cause digestive infection if the number exceeds normal limits in the human intestine. This infection can be prevented by utilizing probiotic bacteria. One of the probiotic groups is lactic acid bacteria (LAB). One of the sources of LAB can be obtained from fermented foods. This study aimed to isolate LAB from fermented kepok banana and to test the antagonistic activity of LAB isolates in inhibiting the growth of *E. coli*. The isolation method used is *pour plate*. LAB character test was carried out macroscopically by observing the morphology of bacterial colonies and microscopically including Gram staining, endospore staining, catalase test, and motility test. Antagonist using well diffusion method. Antagonist test data were analyzed using the *Kruskal Wallis* test and continued with the *Post Hoc Bonferroni*. The isolation results obtained five isolates coded BTPK1, BTPK2, BTPK3, BTPK4, and BTPK5 which were marked by the clear zone around the colony. The results showed that the average inhibition zone of LAB isolates against *E. coli* ranged from 4.33-6.00 mm and was smaller than Ciprofloxacin 0.5% (33.80 ± 2.64 mm). The five LAB isolates from fermented kepok banana obtained had the ability to inhibit the growth of *E. coli*. Lactic acid bacteria obtained from fermented kepok banana can be further tested for its potential as probiotics.

Key words: probiotic; fermented food; pathogen; inhibition zone

PENDAHULUAN

Penyakit diare merupakan penyakit yang terjadi di dalam saluran pencernaan. Kondisi dimana terjadi ketidaknormalan pada pengeluaran feses disertai dengan peningkatan volume dan keenceran feses serta frekuensi buang air besar (lebih dari tiga kali sehari) disebut diare (Utami dan Luthfiana, 2016). Balita lebih mudah terserang diare dibandingkan dengan orang dewasa. Jika balita terserang diare, maka akan mengalami dehidrasi dan komplikasi lain yang dapat menyebabkan kematian (Sulastrianah *et al.*, 2015).

Menurut Dinas Kesehatan Indonesia berdasarkan Profil Kesehatan Indonesia tahun 2018, penyakit diare termasuk dalam penyakit yang berpotensi menjadi Kejadian Luar Biasa (KLB) yang disertai kematian di Indonesia. Pada tahun 2018 terjadi 756 KLB dan kasus kematian akibat diare di

delapan provinsi di Indonesia. Data Kementerian Kesehatan RI pada tahun 2019 menunjukkan bahwa persentase pelayanan penyakit diare pada balita mencapai 40,90%. (Kemenkes, 2019).

Terdapat beberapa faktor penyebab diare, salah satunya berasal dari faktor lingkungan. Penyebaran penyakit diare dapat meningkat karena pengelolaan tinja yang kurang baik, contohnya melalui air, tangan, dan tanah terkontaminasi tinja lalu ditularkan lewat makanan dan minuman dengan vektor lalat (Utami dan Luthfiana, 2016). Makanan atau minuman tersebut dapat terkontaminasi oleh bakteri patogen penyebab diare, salah satunya bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*). Menurut Halim *et al.* (2017), terdapat kasus diare yang disebabkan oleh bakteri sejumlah 50%-60% kasus di negara berkembang. Bakteri tersebut di antaranya EPEC (*Enteropathogenic Escherichia coli*) 25%, *Campylobacter jejuni* 10%-18%, *Shigella* sp. 5%, dan *Salmonella* sp. 5%.

Bakteri *E. coli* adalah bakteri Gram negatif yang tergolong ke dalam famili *Enterobacteriaceae* (Jang *et al.*, 2017). Bakteri *E. coli* merupakan bakteri yang mendominasi flora di dalam usus manusia (Liu *et al.*, 2020). Biasanya, jenis *E. coli* tipe O157:H7 dapat menghasilkan enterotoksin penyebab diare (Izudin *et al.*, 2020). Rata-rata jumlah bakteri *Enterobacteriaceae* pada usus mamalia adalah 10⁶ CFU/mL (Kusuma *et al.*, 2018). Namun, bakteri *E. coli* dapat berbahaya serta menyebabkan infeksi pada saluran pencernaan apabila jumlahnya melampaui jumlah normal dalam usus manusia (Zikra *et al.*, 2018).

Bakteri Asam Laktat (BAL) merupakan salah satu dari organisme yang menghasilkan asam di industri makanan serta berperan dalam fermentasi makanan (Edalati *et al.*, 2019). Pembentukan asam laktat dan asam asetat disertai adanya penurunan pH merupakan efek antimikroba yang dimiliki oleh BAL. Selain itu, BAL memproduksi senyawa penghambat mikroba seperti hidrogen peroksida, diasetil, karbondioksida, reuterim, dan bakteriosin (Riadi *et al.*, 2020). Bakteriosin adalah senyawa berupa protein yang diproduksi oleh bakteri yang sifatnya sebagai penghambat terhadap pertumbuhan mikroba lain. Beberapa bakteriosin mempunyai aktivitas penghambatan beberapa bakteri patogen makanan (Riadi *et al.*, 2020).

Tape merupakan salah satu jajanan tradisional Indonesia hasil fermentasi. Tape banyak ditemukan di pasar seluruh Indonesia atau dapat dibuat sendiri dengan bahan-bahan sederhana yang ada di rumah. Tape biasanya dibuat dengan bahan dasar seperti ubi, singkong, ketela, maupun beras ketan dan ragi tape untuk fermentasinya (Berlian *et al.*, 2016). Bahan alternatif lain yang dapat diolah menjadi tape adalah buah pisang. Pada bidang pangan, buah pisang banyak dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan tepung, *wine*, dan asam cuka. Salah satu jenis pisang yaitu pisang kepok (*Musa paradisiaca*) yang mengandung pati sebesar 22-25% serta dapat dijadikan sebagai sumber prebiotik karena kandungan fruktooligosakaridanya sebesar 0,3% (Utami, 2017). Ragi yang digunakan dalam tape terdapat mikroba yang bisa mengubah karbohidrat menjadi glukosa. Karbohidrat yang telah difermentasi kemudian menghasilkan asam laktat dalam jumlah besar yang menyebabkan penurunan pH sehingga menimbulkan rasa asam (Fathnur, 2019). Barus *et al.* (2017) juga melaporkan bahwa pada proses pembuatan tape, BAL adalah bakteri yang mampu mengubah glukosa menjadi asam laktat. Menurut Ningsih *et al.* (2018), bakteri *Lactobacillus curvatus*, *Weissella confusa*, *Weissella paramesesteroides*, *Pediococcus pentosaceus*, dan *Enterococcus faecium* merupakan BAL yang terkandung dalam ragi tape.

Penelitian terkait aktivitas BAL dari makanan fermentasi untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen beberapa sudah dilakukan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Riadi *et al.* (2020), ditemukan bahwa BAL yang ada pada kimchi dapat menghambat pertumbuhan *E. coli*. Penelitian lain juga dilakukan oleh Panjaitan *et al.* (2018), yaitu BAL dari tape ketan berpotensi sebagai probiotik yang dapat menghambat pertumbuhan *E. coli*. Namun, belum ada yang menguji terkait aktivitas antagonis BAL dari tape pisang kepok terhadap pertumbuhan *E. coli*. Pemilihan tape pisang kepok pada penelitian ini karena kandungan pati yang cukup tinggi pada pisang kepok yaitu 22-25% dan produksinya cukup banyak di Indonesia, serta pada tape pisang kepok berpotensi mengandung BAL. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengisolasi BAL dari sampel tape pisang kepok dan menguji aktivitas antagonisnya dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan dari bulan Oktober hingga Desember 2021, dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya. Alat dan bahan yang digunakan seperti autoklaf (Tomy ES-215), oven (Lab-Line Imperial V), *Laminar Air Flow* (LAF) (ESCO), mikroskop (Nikon ECLIPSE E100), inkubator (Imperial-III Model 302), *vortex*, timbangan analitik, tape pisang kepok yang didapat dari *marketplace*, isolat *E. coli* didapatkan dari Laboratorium

Mikrobiologi, Universitas Negeri Malang, media MRSA (*De Man Rogosa Sharpe Agar*) (Merck), media MRSB (*De Man Rogosa Sharpe Broth*) (Merck), media NA (*Nutrient Agar*) (Merck), media NB (*Nutrient Broth*) (Merck), media SIM (*Sulphide Indole and Motility*) Merck, media EMB (*Eosin Methylen Blue*) Merck, CaCO₃, dan akuades.

Pembuatan media MRSA dilakukan dengan menimbang sejumlah 68,2 gram. Media MRSA tersebut ditambahkan dengan 10 gram CaCO₃ lalu dilarutkan dengan akuades 1000 mL dalam *beaker glass*. Media diletakkan di atas *hot plate* sampai mendidih sambil dihomogenkan dengan batang pengaduk. Media MRSB ditimbang sejumlah 50 gram kemudian dilarutkan dengan 1000 mL akuades ke dalam *beaker glass*, selanjutnya media dididihkan dengan *hot plate* serta diaduk dengan batang pengaduk. Media MRSA dan MRSB tersebut adalah media selektif yang digunakan untuk menumbuhkan BAL. Media NA ditimbang 20 gram dan dilarutkan dengan 1000 mL akuades dalam *beaker glass*, lalu dididihkan dengan *hot plate* sambil dihomogenkan dengan batang pengaduk. Media NB ditimbang 8 gram dan dilarutkan dengan 1000 mL akuades ke dalam *beaker glass*, selanjutnya dididihkan dengan *hot plate* sambil dihomogenkan (Rosmania dan Yanti, 2020). Media NA dan NB tersebut digunakan untuk menumbuhkan *E. coli*. Media SIM ditimbang sebanyak 3 gram lalu dilarutkan dengan 100 mL akuades di dalam *beaker glass* (Ismail *et al.*, 2017). Media SIM tersebut digunakan untuk uji motilitas. Media EMB ditimbang sebanyak 36 gram lalu dilarutkan dengan 1000 mL akuades dalam *beaker glass* dan dididihkan dengan *hot plate* (Fatiqin *et al.*, 2019). Media EMB tersebut merupakan media selektif untuk menumbuhkan *E. coli*. Semua media disterilkan menggunakan autoklaf pada tekanan 1-2 atm, suhu 121°C selama 15 menit, kemudian didinginkan (Noverita dan Sinaga, 2021).

Isolasi bakteri asam laktat menggunakan metode *pour plate* dengan cara 10 gram sampel tape pisang kepok dihaluskan menggunakan mortar alu, lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisikan 90 mL akuades steril lalu dihomogenkan. Sebanyak 1 mL suspensi diambil lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 mL akuades steril kemudian dihomogenkan dengan *vortex* sebagai pengenceran 10⁻² selanjutnya dilakukan pengenceran hingga 10⁻⁷ (Nisa *et al.*, 2020). Pengenceran 10⁻¹ sampai 10⁻⁷ diinokulasikan dalam media MRSA yang telah ditambahkan dengan CaCO₃ 1% dengan metode *pour plate* di cawan petri kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam (Rimadhini *et al.*, 2020). Isolat yang diduga sebagai BAL ditandai dengan adanya zona bening di sekitar koloni bakteri. Isolat BAL hasil isolasi dimurnikan menggunakan media MRSA dengan metode goresan kuadran hingga diperoleh isolat murni (Nisa *et al.*, 2020). Isolat bakteri yang telah murni direkultur dengan media agar miring di tabung reaksi sebagai kultur stok (Lawalata *et al.*, 2020). Pengamatan morfologi koloni bakteri dilakukan dengan mengamati bentuk, pigmentasi, permukaan, dan tepi koloni bakteri (Koriasih *et al.*, 2019).

Pewarnaan Gram dilakukan dengan meneteskan kaca benda dengan akuades steril lalu isolat bakteri diambil dan dioleskan pada kaca benda, kemudian preparat difiksasi di atas api bunsen beberapa kali. Preparat ditetesi dengan dua tetes kristal violet, dibiarkan satu menit dan dibilas dengan air mengalir. Iodin ditetaskan sebanyak satu tetes pada preparat dan dibiarkan satu menit. Setelah itu, preparat ditetesi dengan alkohol 96% selama 30 detik secara perlahan kemudian preparat ditetesi safranin, setelah itu preparat dikeringanginkan, lalu diamati di bawah mikroskop. Sel yang terlihat berwarna ungu pada preparat merupakan tanda dari bakteri Gram positif (Nurhamidah *et al.*, 2019).

Pewarnaan endospora dilakukan dengan meneteskan kaca benda dengan akuades steril kemudian isolat bakteri diambil dan dioleskan di atas kaca benda. Preparat difiksasi di atas api bunsen beberapa kali kemudian preparat diletakkan di atas penangas air. Larutan *malachite green* ditetaskan di atas preparat yang telah dilapisi kertas saring, lalu didiamkan lima menit dan bilas dengan air mengalir. Larutan safranin ditetaskan di atas preparat, lalu dibiarkan satu menit dan bilas dengan air mengalir. Preparat yang telah dikeringanginkan diamati di bawah mikroskop. Uji pewarnaan endospora positif apabila sel vegetatif berwarna merah dan endospora berwarna hijau (Amaliah *et al.*, 2018).

Uji katalase terhadap bakteri dengan mengolesi kaca benda dengan satu ose isolat bakteri, kemudian H₂O₂ 3% ditetaskan sebanyak 2-3 tetes di atas preparat. Uji katalase bersifat negatif jika tidak terbentuk gelembung oksigen pada preparat (Amaliah *et al.*, 2018).

Uji motilitas terhadap bakteri dengan diambil isolat BAL dari media MRSA lalu ditusukkan pada 5 mL media SIM tegak di dalam tabung reaksi. Bakteri diinkubasi selama 48 jam pada suhu 37°C. Hasil positif adalah adanya rambatan-rambatan di sekitar bekas jarum tusukan pada media (Detha *et al.*, 2019).

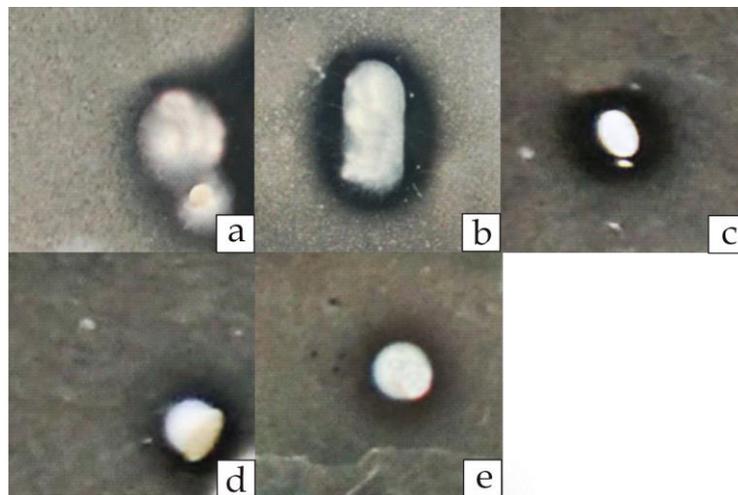
Pembuatan kultur bakteri uji dengan cara biakan murni *E. coli* diinokulasikan sebanyak satu ose pada media EMB secara aseptis lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C (Suhailah dan Santoso, 2018). Bakteri *E. coli* yang telah diinokulasikan tersebut lalu disuspensikan sebanyak satu ose ke dalam 10 mL media NB. Kultur *E. coli* diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam (Silalahi *et al.*, 2016). Suspensi *E. coli* diukur nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 625 nm. Jika nilai absorbansi lebih besar dari 0,080 maka suspensi *E. coli* diencerkan hingga kekeruhannya setara standar Mc Farland 0,5 yakni $1,5 \times 10^8$ CFU/mL (Rosmania dan Yanti, 2020). Pembuatan kultur BAL dilakukan dengan mengambil isolat BAL dari kultur stok kemudian diinokulasikan pada media MRSB, lalu kultur BAL diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam (Nisa *et al.*, 2020).

Uji antagonis BAL terhadap *E. coli* dilakukan dengan cara kultur *E. coli* diinokulasikan sebanyak 100 µL ke dalam cawan petri lalu dituangkan media NA dan dihomogenkan secara perlahan lalu dibiarkan memadat, kemudian tiga lubang/sumuran berdiameter 5 mm dibuat menggunakan *cork borer*. Setiap sumuran diisi dengan volume 30 µL kultur BAL, 30 µL kontrol positif Ciprofloxacin 0,5%, dan 30 µL kontrol negatif akuades dengan menggunakan *micropipette*. Bakteri kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Diameter zona hambat yang terbentuk di sekitar sumuran diamati dan diukur diameternya menggunakan penggaris. Uji antagonis tersebut dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Adapun diameter zona hambat diperoleh dengan cara menghitung diameter keseluruhan dikurangi dengan diameter sumuran (Dwicahyani *et al.*, 2018).

Data hasil karakterisasi dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan beberapa referensi. Analisis signifikansi data uji antagonis menggunakan uji *Kruskal Wallis* dan dilanjutkan dengan uji *Post Hoc Bonferroni* (Ambarwati dan Ibrahim, 2021).

HASIL

Berdasarkan hasil isolasi bakteri asam laktat (BAL), diperoleh hasil sejumlah lima isolat yang diberi kode BTPK (BAL Tape Pisang Kepok) secara berurutan BTPK1, BTPK2, BTPK3, BTPK4, dan BTPK 5 (Gambar 1). Salah satu kriteria isolat yang diduga BAL adalah adanya zona bening di sekitar koloni bakteri setelah 24 jam masa inkubasi pada suhu 37°C pada media MRSA yang ditambah CaCO₃ 1%.



Gambar 1. Hasil isolasi BAL dari sampel tape pisang kepok dalam media MRSA + CaCO₃ 1%; (a) Isolat BTPK1; (b) Isolat BTPK2; (c) Isolat BTPK3; (d) Isolat BTPK4; (e) Isolat BTPK5.

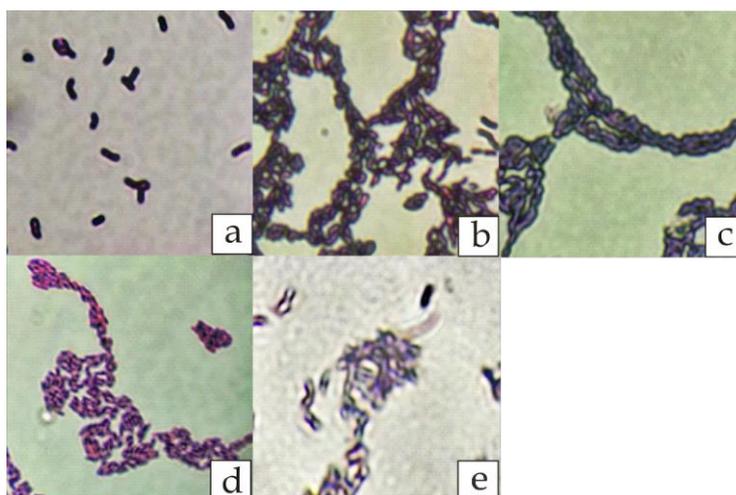
Karakterisasi BAL meliputi pengamatan koloni secara makroskopis dan mikroskopis. Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis, isolat berwarna putih kekuningan dengan ukuran koloni dalam cawan petri berkisar 0,1-1,5 cm (Tabel 1), katalase negatif, dan bersifat non-motil.

Tabel 1. Karakter morfologi koloni BAL tape pisang kepok

Isolat	Karakter Morfologi							
	Karakteristik Optik	Permukaan	Pigmentasi	Ukuran	Bentuk	Elevasi	Bentuk Tepian	Bentuk Sel
BTPK1	<i>Opaque</i>	Halus mengkilap	Putih kekuningan	1 cm	Bulat	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	Batang

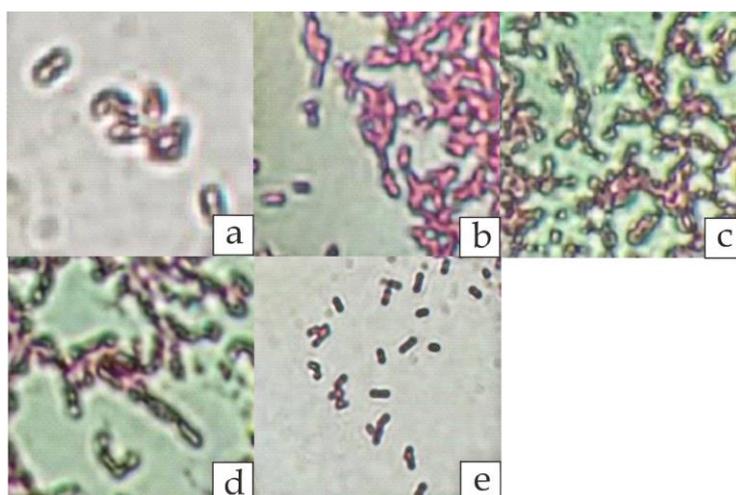
Isolat	Karakter Morfologi							
	Karakteristik Optik	Permukaan	Pigmentasi	Ukuran	Bentuk	Elevasi	Bentuk Tepian	Bentuk Sel
BTPK2	<i>Opaque</i>	Halus mengkilap	Putih kekuningan	1,5 cm	Lonjong	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	Batang
BTPK3	<i>Opaque</i>	Halus mengkilap	Putih kekuningan	0,2 cm	Lonjong	<i>Convex</i>	<i>Entire</i>	Batang
BTPK4	<i>Opaque</i>	Halus mengkilap	Putih kekuningan	0,1 cm	Bulat	<i>Convex</i>	<i>Entire</i>	Batang
BTPK5	<i>Opaque</i>	Halus mengkilap	Putih kekuningan	0,2 cm	Bulat	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Batang

Hasil pengamatan mikroskopis pada uji pewarnaan Gram menunjukkan bahwa kelima isolat BTPK merupakan Gram positif yang ditandai dengan sel berwarna ungu (Gambar 2).



Gambar 2. Pewarnaan Gram isolat BAL dari sampel tape pisang kepok perbesaran 1000x; (a) Isolat BTPK1; (b) Isolat BTPK2; (c) Isolat BTPK3; (d) Isolat BTPK4; (e) Isolat BTPK5.

Uji pewarnaan endospora menunjukkan hasil negatif yang bercirikan sel vegetatif berwarna merah muda tanpa adanya endospora berwarna hijau (Gambar 3).



Gambar 3. Pewarnaan endospora BAL dari sampel tape pisang kepok perbesaran 1000x; (a) Isolat BTPK1; (b) Isolat BTPK2; (c) Isolat BTPK3; (d) Isolat BTPK4; (e) Isolat BTPK5.

Uji antagonis bertujuan untuk mengetahui potensi BAL dari tape pisang kepok dalam menghambat pertumbuhan *E. coli* dengan metode sumuran. Pada Tabel 2, menunjukkan rata-rata dari diameter zona hambat yang terbentuk. Berdasarkan Tabel 2, hasil uji antagonis menunjukkan bahwa semua isolat BAL tape pisang kepok mampu menghambat pertumbuhan *E. coli* dengan adanya zona

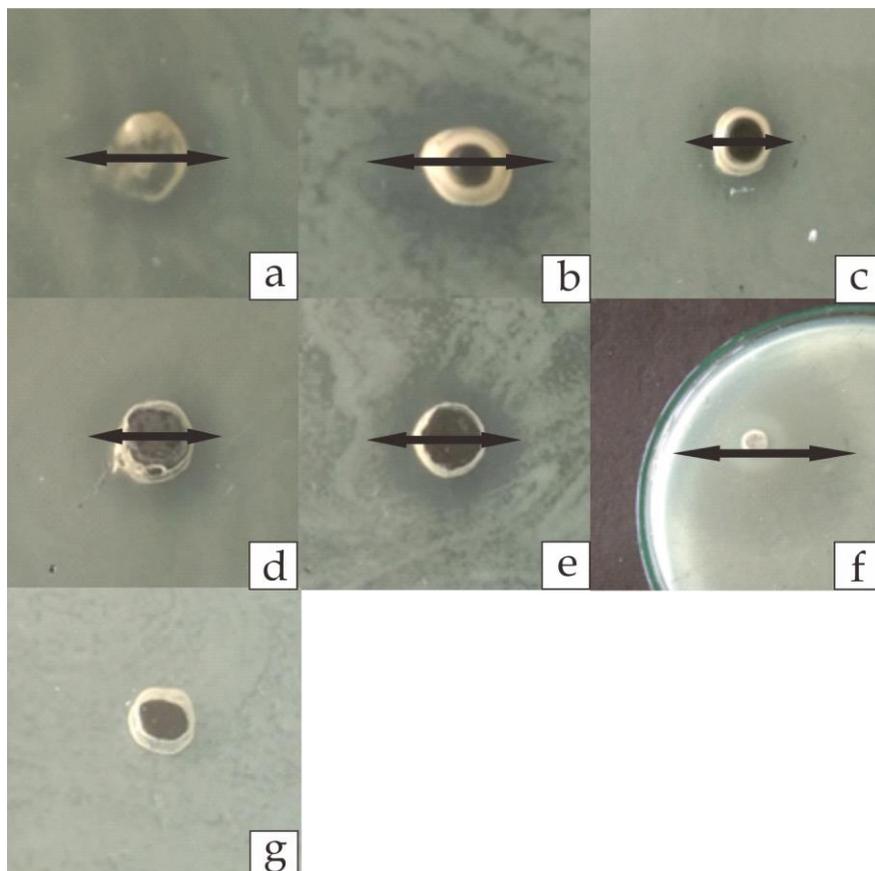
hambat di sekitar sumuran. Zona hambat dari kontrol positif Ciprofloxacin 0,5% tergolong paling besar dengan diameter sekitar $33,80 \pm 2,64$ mm diikuti dengan besar zona hambat isolat BTPK 2 ($6,00 \pm 3,00$ mm), BTPK1 ($5,67 \pm 1,15$ mm), BTPK4 ($5,67 \pm 1,15$ mm), BTPK3 ($4,67 \pm 1,52$ mm) dan BTPK 5 ($4,33 \pm 2,51$ mm). Sementara itu, kontrol negatif berupa akuades tidak membentuk zona hambat sama sekali. Daya hambat isolat BTPK2 merupakan yang paling besar di antara isolat yang lain. Hasil uji antagonis menunjukkan zona hambat BAL dari tape pisang kepok jauh lebih kecil dibandingkan kontrol positif Ciprofloxacin 0,5% karena Ciprofloxacin memiliki kemampuan yang lebih tinggi dalam menghambat pertumbuhan *E. coli*. Gambar 4 merupakan visualisasi hasil uji antagonis BAL tape pisang kepok terhadap *E. coli* secara *in vitro*.

Analisis dengan *Kruskal Wallis* bertujuan untuk menentukan ada atau tidaknya perbedaan daya hambat kelima isolat BAL dalam menghambat pertumbuhan *E. coli*. Berdasarkan uji *Kruskal Wallis* menunjukkan bahwa uji antagonis isolat BAL tape pisang kepok terhadap *E. coli* ($0,004 < 0,05$) yang artinya terdapat perbedaan daya hambat masing-masing isolat BAL terhadap *E. coli*. Berdasarkan analisis *Post Hoc Bonferroni*, menunjukkan bahwa kelima isolat BAL berbeda signifikan terhadap kontrol positif ($p < 0,05$) yang artinya terdapat perbedaan signifikan dari kelima isolat BAL terhadap penghambatan pertumbuhan *E. coli*.

Tabel 2. Hasil Uji Antagonis BAL pada Tape Pisang Kepok terhadap *E. coli* secara *in vitro*.

Isolat	Rata-rata Diameter Zona Hambat \pm SD (mm)
BTPK1	$5,67 \pm 1,15^*$
BTPK2	$6,00 \pm 3,00^*$
BTPK3	$4,67 \pm 1,52^*$
BTPK4	$5,67 \pm 1,15^*$
BTPK5	$4,33 \pm 2,51^*$
Kontrol positif (Ciprofloxacin)	$33,80 \pm 2,64$
Kontrol negatif (akuades)	$0,00 \pm 0,00$

Keterangan: * berdasarkan analisis *Post Hoc Bonferroni* menunjukkan kelompok yang berbeda nyata jika dibandingkan dengan kontrol positif.



Gambar 4. Zona hambat yang terbentuk dari uji antagonis isolat BAL tape pisang kepok terhadap *E. coli*; (a) Isolat BTPK1; (b) Isolat BTPK2; (c) Isolat BTPK3; (d) Isolat BTPK4; (e) Isolat BTPK5; (f) kontrol positif Ciprofloxacin; (g) kontrol negatif.

PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi bakteri asam laktat dari tape pisang kepok dan menguji aktivitas antagonisnya dalam menghambat *E. coli*. Berdasarkan hasil isolasi sampel, diperoleh lima isolat yaitu secara berturut-turut BTPK1, BTPK2, BTPK3, BTPK4, dan BTPK5. Semua isolat terlihat zona bening pada media MRSA yang dicampur dengan CaCO_3 1%. Hal tersebut disebabkan karena adanya kalsium karbonat yang larut pada media dari reaksi asam organik yang dihasilkan BAL (Rahmah *et al.*, 2021).

Berdasarkan hasil pengamatan morfologi koloni bakteri, diperoleh bahwa kelima koloni berpigmentasi putih kekuningan, karakteristik optik *opaque*, permukaan halus mengkilap, bentuk tepian *entire*, dan ukuran bervariasi 0,1-1,5 cm. Bentuk sel dari kelima isolat adalah batang atau basil. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Nisa *et al.* (2020), bahwa sel isolat BAL yang diisolasi dari tape ketan berbentuk basil, karakter koloni berwarna putih kekuningan, dan permukaan mengkilap. Menurut Koriasih *et al.* (2019), bakteri asam laktat yang berbentuk batang digolongkan ke dalam genus *Lactobacillus*. Berdasarkan penelitian Panjaitan *et al.* (2018), BAL yang diisolasi dari tape ketan dan tape singkong adalah *Lactobacillus* dan *Pediococcus*.

Pewarnaan Gram bertujuan untuk mengetahui jenis bakteri berdasarkan struktur dinding selnya (Nurhamidah *et al.*, 2019). Berdasarkan hasil pengamatan dari pewarnaan Gram, terlihat sel yang berwarna ungu pada semua isolat BAL di bawah mikroskop, sehingga kelima isolat BAL bersifat Gram positif. Hal tersebut karena bakteri Gram positif memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal sehingga zat warna ungu tidak dapat hilang walaupun diberi alkohol (Nasution *et al.*, 2020). Peptidoglikan pada bakteri Gram positif dibentuk dari ikatan berupa tiga dimensi gula amino *N-acetylglucosaminase* dan *N-acetylmuramic acid*. Ikatan tersebut yang mempertahankan warna kristal violet dengan kekuatan mekanik dinding sel akibat hubungan silang pada rantai peptidoglikan (Hamidah *et al.*, 2019). Hal tersebut juga sesuai dengan penelitian Jampaphaeng *et al.* (2017), yang menunjukkan bahwa kriteria BAL dari produk fermentasi adalah Gram positif.

Berdasarkan uji pewarnaan endospora pada kelima isolat BAL tape pisang kepok, diketahui bahwa semua isolat tidak membentuk endospora. Hal tersebut dapat terlihat dari hasil pengamatan menggunakan mikroskop bahwa sel vegetatif bakteri berwarna merah karena zat warna safranin serta tidak ditemukan endospora. Hal ini sesuai dengan penelitian Lawalata *et al.* (2020), bahwa BAL dari fermentasi buah pala tidak memiliki endospora karena tidak ada spora yang menyerap zat warna *malachite green* sehingga yang tampak hanya sel vegetatif yang berwarna merah karena menyerap pewarna safranin. Selain itu, pada sel BAL tidak terdapat endospora di bagian tengah maupun ujung sel. Hal tersebut karena sel bakteri yang memiliki endospora dapat dilihat melalui pengamatan bentuk sel dengan endospora yang terletak di bagian terminal maupun subterminal sel bakteri (Zulkifli *et al.*, 2020).

Uji katalase dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bakteri yang memproduksi enzim katalase (Amaliah *et al.*, 2018). Semua isolat BAL tape pisang kepok adalah bakteri katalase negatif yang ditandai dengan tidak ada gelembung oksigen yang terbentuk. Hal tersebut karena bakteri tidak mampu memecah H_2O_2 menjadi H_2O dan O_2 karena tidak memiliki enzim katalase jadi tidak muncul gelembung oksigen (Nasution *et al.*, 2020). Menurut Rimadhini *et al.* (2020), bakteri asam laktat tidak menghasilkan enzim katalase.

Berdasarkan uji motilitas yang dilakukan, semua isolat BAL tape pisang kepok merupakan bakteri non-motil dengan kriteria tidak adanya persebaran pertumbuhan bakteri pada media SIM karena hanya tumbuh pada area bekas tusukan jarum ose saja. Hal tersebut karena bakteri asam laktat tidak memiliki flagela (Lawalata *et al.*, 2020). Berdasarkan penelitian Detha *et al.* (2019), uji motilitas pada BAL yang berasal dari susu kuda sumba menunjukkan hasil negatif atau non-motil.

Uji antagonis bertujuan untuk menguji potensi BAL tape pisang kepok dalam menghambat pertumbuhan *E. coli*. Prinsip kerja dari uji antagonis adalah dua isolat dari dua sel berbeda ditumbuhkan dalam satu cawan petri yang sama kemudian diukur daya hambat bakteri satu terhadap bakteri lainnya (Oktavia dan Pujiyanto, 2018). Penelitian ini menggunakan metode sumuran karena zona hambat yang terbentuk lebih mudah diukur sampai ke permukaan bawah media (Retnaningsih *et al.*, 2019).

Hasil uji antagonisme isolat BAL tape pisang kepok terhadap *E. coli* menghasilkan zona hambat yang bervariasi. Berdasarkan hasil analisis data *Kruskal Wallis* menunjukkan isolat BAL dari tape pisang kepok dapat menghambat pertumbuhan *E. coli* dengan $p < \alpha$ yaitu $0,004 < 0,05$. Hal tersebut karena salah satu faktor di antaranya terjadi persaingan antara BAL dan *E. coli* untuk mendapatkan nutrisi pada media sehingga BAL dapat menekan pertumbuhan *E. coli* (Nisa *et al.*,

2020). Selain itu, BAL menghasilkan asam organik berupa asam laktat dari proses fermentasi yang dapat memengaruhi lingkungan karena terjadi penurunan pH. Hal ini berdampak pada ketidakseimbangan pH di dalam sel baik internal maupun eksternal sel. Ion H^+ yang dilepaskan terserap ke dalam sel yang berakibat sel terplasmolisis serta menyebabkan denaturasi enzim, molekul, dan protein sehingga sel bakteri mengalami kematian (Riadi *et al.*, 2020).

Menurut Koriasih *et al.* (2019), asam yang dihasilkan BAL berdifusi pada membran sel serta melepaskan ion H^+ yang membuat sitoplasma menjadi asam kemudian aktivitas metabolisme bakteri patogen dihentikan oleh BAL. Menurut Hau dan Rohyati (2017), lisis dan perubahan permeabilitas pada membran sitoplasma serta denaturasi protein pada sel *E. coli* disebabkan aktivitas penghambatan BAL. Oleh sebab itu, pertumbuhan bakteri *E. coli* dapat dihambat oleh BAL yang diisolasi dari tape pisang kepok.

Bakteri asam laktat juga memproduksi senyawa bakteriosin yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba (Dewi *et al.*, 2019). Bakteriosin adalah senyawa peptida yang diproduksi bakteri asam laktat yang mampu menghentikan pertumbuhan bakteri (Harnentis *et al.*, 2020). Menurut Hamidah *et al.* (2019), sumber karbon ataupun nitrogen pada media dapat mempengaruhi produksi bakteriosin pada bakteri asam laktat. Mekanisme bakteriosin dalam menghambat pertumbuhan *E. coli* dengan cara bakteriosin dengan spektrum luas mengenali reseptor permukaan *E. coli* sebab adanya sifat *specific binding site* (Romadhon *et al.*, 2018). Menurut Firdaus *et al.* (2020), pengikatan bakteriosin dengan membran target disebabkan oleh interaksi antara elektrostatis bakteriosin yang bersifat muatan positif dengan muatan negatif membran sel target yang hidrofobik. Hal tersebut menyebabkan terbentuknya pori yang menjadi akses untuk bakteriosin masuk ke dalam sel, lalu mengganggu permeabilitas membran sel kemudian terjadi kematian sel (Ambarwati dan Ibrahim, 2021).

Pada uji antagonis yang dilakukan menggunakan Ciprofloxacin sebagai kontrol positif yang menghasilkan diameter zona hambat paling besar. Menurut Sumampouw (2018), mekanisme kerja Ciprofloxacin adalah menghambat proses replikasi DNA bakteri. Oleh sebab itu, antibiotik ini mempunyai daya hambat kuat dalam menghambat pertumbuhan *E. coli*. Deteksi pengaruh pelarut sebagai penghambat bakteri menggunakan kontrol negatif (Lasut *et al.*, 2019). Akuades yang digunakan sebagai kontrol negatif tidak menghasilkan zona hambat, hal ini menunjukkan bahwa aktivitas penghambatan bakteri *E. coli* tidak dipengaruhi oleh pelarut.

Hasil zona hambat BAL dari tape pisang jauh lebih kecil dibandingkan kontrol positif Ciprofloxacin. Hal tersebut menunjukkan bahwa daya hambat kontrol positif terhadap pertumbuhan *E. coli* lebih kuat dibandingkan daya hambat BAL dari tape pisang kepok. Hal tersebut disebabkan karena sensitivitas bakteri Gram negatif terhadap senyawa antibakteri menurun karena adanya kandungan fosfatidiletanolamin pada bakteri Gram negatif (Ambarwati and Ibrahim, 2021). Selain itu, struktur dinding sel *E. coli* yang merupakan bakteri Gram negatif memiliki struktur yang lebih kompleks dan pada membran sel *E. coli* terdapat lipid sehingga senyawa antibakteri yang dihasilkan BAL lebih sulit berdifusi ke dalam sel *E. coli* (Hamidah *et al.*, 2019).

Penghambat pertumbuhan mikroba dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya jumlah mikroba, konsentrasi senyawa antimikroba, spesies mikroba, suhu, serta keberadaan dari mikroba yang lain (Noviana *et al.*, 2018). Selain itu, aktivitas bakteri dalam menghambat bakteri lain juga dipengaruhi oleh pH dari lingkungan, ukuran inokulum (Lestari dan Fitri, 2019), kecepatan pertumbuhan bakteri, sifat media, dan kondisi inkubasi (Citradewi *et al.*, 2019).

Menurut Melia *et al.* (2019), terdapat kategori daya hambat bakteri berdasarkan zona hambat yang terbentuk di sekitar sumuran, yaitu zona hambat 1-3 mm potensi penghambatannya lemah, zona hambat 3-6 mm kategori sedang, dan zona hambat > 6 mm termasuk kategori daya hambat kuat. Oleh karena itu, semua isolat BAL tape pisang kepok memiliki daya hambat kategori sedang dengan rata-rata zona hambat sebesar 4,33-6,00 mm. Hesari *et al.* (2017) melaporkan bahwa BAL yang diisolasi dari yoghurt hasil fermentasi dapat menghambat *E. coli* dengan rata-rata zona hambat sebesar 4-8 mm.

SIMPULAN

Penelitian yang dilakukan berhasil mengisolasi lima isolat BAL yang berasal dari tape pisang kepok. Isolat tersebut adalah BTPK1, BTPK2, BTPK3, BTPK4, dan BTPK5 yang memiliki kemampuan menghambat *E. coli*. Rata-rata zona penghambatan BAL terhadap *E. coli* sebesar 4,33-6,00 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaliah ZZN, Bahri S, dan Amelia P, 2018. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat dari Limbah Cair Rendaman Kacang Kedelai. *Jurnal Agroekoteknologi*; 5(1): 253-257.
- Ambarwati D dan Ibrahim M, 2021. Aktivitas Antibakteri Metabolit Ekstraseluler *Bacillus subtilis* terhadap *Shigella dysenteriae* secara In Vitro. *LenteraBio*; 10(1): 25-32.
- Barus T, Chalista S dan Lay BW, 2017. Identifikasi dan Keragaman Genetik Bakteri Asam Laktat dari Tapai Singkong berdasarkan Sekuen Gen 16S rRNA. *Biota*; 2(2): 46-52.
- Berlian Z, Aini F, dan Ulandari R, 2016. Uji Kadar Alkohol pada Tapai Ketan Putih dan Singkong Melalui Fermentasi dengan Dosis Ragi yang Berbeda. *Jurnal Biota*; 2(1): 106-111.
- Citradewi A, Sumarya IM, dan Juliasih NKA, 2019. Daya Hambat Ekstrak Rimpang Bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Widya Biologi*; 10(1): 45-53.
- Detha A, Datta FUD, Beribe E, Foeh N, dan Ndaong N, 2019. Karakteristik Bakteri Asam Laktat yang Diisolasi dari Susu Kuda Sumba. *Jurnal Kajian Veteriner*; 7(1): 85-92.
- Dewi LF, Sartini S, dan Rahmiati R, 2019. Isolasi Bakteri Asam Laktat dari Usus Sapi (*Bos taurus*) serta Kemampuannya dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* dan *Shigella* sp. *Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JIBIOMA)*; 1(1): 21-27.
- Dwicahyani T, Sumardianto, dan Rianingsih L, 2018. Uji Bioaktivitas Ekstrak Teripang Keling *Holothuria atra* sebagai Antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *J. Peng. & Biotek. Hasil Pi.*; 7(1): 15-24.
- Edalati E, Saneei B, Alizadeh M, Hosseini SS, Zahedi Bialvaei A, dan Taheri K, 2019. Isolation of Probiotic Bacteria from Raw Camel's Milk and Their Antagonistic Effects on Two Bacteria Causing Food Poisoning. *New Microbes and New Infections*; Elsevier Ltd. 27: 64-68.
- Fathnur, 2019. Uji Kadar Alkohol pada Tapai Ketan Putih (*Oryza sativa* L. var *glutinosa*) dan Singkong (*Manihot* sp.) melalui Fermentasi dengan Dosis Ragi yang Berbeda. *Jurnal Agrisistem*; 15(2): 71-79.
- Fatiqin A, Novita R, dan Apriani I, 2019. Pengujian Salmonella dengan Menggunakan Media SSA dan *E. coli* Menggunakan Media EMBA pada Bahan Pangan. *Indobiosains*; 1(1): 22-29.
- Firdaus MR, Putra AE, dan Abdiana A, 2020. Potensi Aktivitas Bakteriosin *Lactobacillus gasseri* terhadap Pertumbuhan *Salmonella typhi*. *Jurnal Ilmu Kesehatan Indonesia*; 1(3): 314-320.
- Halim F, Warouw SM, Rampengan NH, dan Salendu P, 2017. Hubungan Jumlah Koloni *Escherichia coli* dengan Derajat Dehidrasi pada Diare Akut. *Sari Pediatri*; 19(2): 81.
- Hamidah MN, Riangingsih L, dan Romadhon, 2019. Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Asam Laktat dari Peda dengan Jenis Ikan Berbeda terhadap *E. coli* dan *S. aureus*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*; 1(2): 11-21.
- Harnentis H, Marlida Y, Nur YS, Wizna W, Santi MA, Septiani N, Adzitey F, Huda N, 2020. Novel Probiotic Lactic Acid Bacteria Isolated from Indigenous Fermented Foods from West Sumatera, Indonesia. *Veterinary World*; 13(9): 1922-1927.
- Hau EER dan Rohyati E, 2017. Aktivitas Antibakteri Nira Lontar Terfermentasi dengan Variasi Lama Waktu Fermentasi terhadap Bakteri Gram Positif (*Staphylococcus aureus*) dan Gram Negatif (*Escherichia coli*). *Jurnal Kajian Veteriner*; 5(2): 91-98.
- Hesari MR, Darsanaki RK, dan Salehzadeh A, 2017. Antagonistic Activity of Probiotic Bacteria Isolated from Traditional Dairy Products against *E. coli* O157: H7. *J Med Bacteriol*; 6(3): 23-30.
- Ismail YS, Yulvizar C, dan Putriani, 2017. Isolasi, Karakterisasi dan Uji aktivitas Antimikroba Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.). *BIOLEUSER*; 1(2): 45-53.
- Izudin I, Regar R, Wahyuningsih A, dan Hanifa I, 2020. Daya Hambat *Lactobacillus reuteri* terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* secara In Vitro. *Journal of Pharmaceutical Care Anwar Medika*; 2(2): 66-71.
- Jampaphaeng K, Cocolin L, dan Maneerat S, 2017. Selection and Evaluation of Functional Characteristics of Autochthonous Lactic Acid Bacteria Isolated from Traditional Fermented Stinky Bean (Sataw-Dong). *Annals of Microbiology*; 67(1): 25-36.
- Jang J, Hur H, Sadowsky MJ, Byappanahalli MN, Yan T, dan Ishii S, 2017. Environmental *Escherichia coli*: Ecology and Public Health Implications – a review. *Journal of Applied Microbiology*; 123(3): 570-581.
- Kemenkes, 2019. *Profil Kesehatan 2018*, edited by Rudy, K., Yudianto, Hardhana, B. and Siswanti, T. *Science as Culture*, Vol. 1, Jakarta. Diakses melalui <https://doi.org/10.1080/09505438809526230> pada 21 Oktober 2020.
- Koriasih P, Jannah SN, and Raharjo B, 2019. Isolasi Bakteri Asam Laktat dari Tape Ketan dan Potensinya sebagai Agen Antikapang terhadap Pertumbuhan *Aspergillus flavus*. *NICHE Journal of Tropical Biology*; 2(2): 7-13.
- Kusuma ASW, Abdulah R, Barliana MI, Milanda T, Saputri FA, Febriyanti RM, Alfian SD, Insani WN, Arditta, D, Devinna, Surono, IS, dan Gatera VA, 2018. Identification of Dysbiosis Related Bacteria from New Zealand's White Rabbit Intestinal Treated with *Lactobacillus plantarum* IS-10506 as Probiotics Food Supplementation. *Journal of Pharmacy and Nutrition Sciences*; 8(2): 29-34.
- Lasut MRC, Fatimawali, dan Antasionasti, 2019. Uji Daya Hambat Nanopartikel Ekstrak Rimpang Lengkuas Merah (*Alpinia purpurata* K. Schum) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Klebsiella pneumoniae* Isolat Urin pada Penderita Infeksi Saluran Kemih Resisten Antibiotik Ciprofloxacin. *PHARMACON*; 8(4): 870-877.
- Lawalata HJ, Rompas CF, dan Kansile EF, 202. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Anggur Buah Pala (*Myristica fragrans* Houtt). *Jurnal Sains, Matematika, dan Edukasi*; 8(1): 1-6.
- Lestari G dan Fitri, R.D. (2019), "Uji Daya Hambat Ekstrak Buah Nanas (*Ananas comosus* L.) terhadap Bakteri

- Escherichia coli*", *Journal Ilmiah Farmacy*, Vol. 6 No. 1, pp. 57-65.
- Liu B, Furevi A, Perepelov AV, Guo X, Cao H, Wang Q, Reeves PR, Knirel A, Wang L, dan Widmalm G, 2020. Structure and Genetics of *Escherichia coli* O Antigens. *FEMS Microbiology Reviews*; 44(6): 655-683.
- Melia SRI, Purwati E, Kurnia YF, dan Pratama DR, 2019. Antimicrobial Potential of *Pediococcus acidilactici* from Bekasam, Fermentation of Sepat Rawa Fish (*Tricopodus trichopterus*) from Banyuasin, South Sumatra, Indonesia. *BIODIVERSITAS*; 20(12): 3532-3538.
- Nasution MHB, Ramadhani S, dan Fachrial E, 2020. Isolation, Characterization and Antibacterial Activities of Lactic Acid Bacteria Isolated from Batak's Special Food "Dali Ni Horbo". *Jurnal Natur Indonesia*; 18(1): 1-11.
- Ningsih AS, Ekowati CN, Sumardi, dan Farisi S, 2018. Uji Daya Antibakteri Isolat Bakteri Asam Laktat dari Kefir terhadap *Bacillus* sp. dan *Escherichia coli*. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*; 9(2): 217-223.
- Nisa K, Jannah SN, dan Rukmi MI, 2020. Isolasi dan Aktivitas Antikapang Bakteri Asam Laktat dari Tape Ketan Kemasan Plastik terhadap *Fusarium* sp.. *J. Akademia Biologi*; 9(2): 1-7.
- Noverita dan Sinaga E, 2021. Antibacterial Bioactivity from Extract of Reundeu Caret (*Staurogyne longata*) and Honje (*Etlingera hemisphaerica*). *Journal of Tropical Biodiversity*; 2(1): 21-32.
- Noviana A, Dieny FF, Rustanti N, Anjani G, dan Afifah DN, 2018. Antimicrobial Activity of Tempeh Gembus Hydrolyzate. *IOP Conf. Series: Earth Environmental Science*; 116: 1-7.
- Nurhamidah A, Warsidah W, dan Idiawati N, 2019. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Ale-ale dan Cincalok. *Jurnal Laut Khatulistiwa*; 2 (3): 85-90.
- Oktavia N dan Pujiyanto S, 2018. Isolasi dan Uji Antagonisme Bakteri Endofit Tapak Dara (*Catharanthus roseus* L.) terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *J. Berkala Bioteknologi*; 1(1): 6-12.
- Panjaitan R, Nuraida L, dan Hariyadi RD, 2018. Seleksi Isolat Bakteri Asam Laktat Asal Tempe dan Tape sebagai Kandidat Probiotik. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*; 29(2): 175-184.
- Rahmah W, Nandini E, Ressandy SS, dan Hamzah H, 2021. Karakterisasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Fermentasi Tape Singkong. *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia*; 10(1): 1-5.
- Retnaningsih A, Primadiamanti A, dan Marisa I, 2019. Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Biji Pepaya terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Shigella dysenteriae* dengan Metode Difusi Sumuran. *Jurnal Analisis Farmasi*; 4(2): 122-129.
- Riadi S, Setiyawati D, dan Situmeang S, 2020. Isolasi dan Uji Potensi Bakteri Asam Laktat Asal Kimchi dan Teh Kombicha dalam Menghambat Bakteri Patogen. *Jurnal Kesmas Prima Indonesia*; 2(1): 25-29.
- Rimadhini FN, Sumardianto, dan Romadhon, 2020. Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Asam Laktat dari Rusip Ikan Teri (*Stolephorus* sp.) dengan Konsentrasi Gula Aren Cair yang Berbed., *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*; 2(1): 54-63.
- Romadhon, Rianingsih L dan Anggo AD, 2018. Aktivitas Antibakteri dari Beberapa Tingkatan Mutu Terasi Udag Rebon. *JPHPI*; 21 (1): 68-76.
- Rosmania dan Yanti F, 2020. Perhitungan Jumlah Bakteri di Laboratorium Mikrobiologi Menggunakan Pengembangan Metode Spektrofotometri. *Jurnal Penelitian Sains*; 22(2): 76-86.
- Silalahi J, Situmorang P, Patilaya P, dan Silalahi YCE, 2016. Antibacterial Activity of Chitosan and Hydrolyzed Coconut Oil and Their Combination against *Bacillus cereus* and *Escherichia coli*. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*; 9(5): 69-73.
- Suhaillah L dan Santoso TR, 2018. Analisa Cemaran Bakteri Coliform pada Susu Sapi Murni dengan Variasi Lama Penyimpanan dalam Suhu Frezer dan Suhu Kulkas di Desa Wilayat Sukodono Sidoarjo. *Jurnal Sains*; 8(15): 44-49.
- Sulastrianah, Imran, dan Fitria ES, 2015. Uji Daya Hambat Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) dan Daun Sirih (*Piper betle* L.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Medula*; 1(2): 76-84.
- Sumampouw O, 2018. Uji Sensitivitas Antibiotik terhadap Bakteri *Escherichia coli* Penyebab Diare Balita di Kota Manado. *Journal of Current Pharmaceutical Sciences*; 2(1): 104-110.
- Utami CR, 2017. Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Karakteristik Kimia dan Organoleptik Tape Pisang Kepok. *TEKNOLOGI PANGAN: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*; 8(1): 99-106.
- Utami N dan Luthfiana N, 2016. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Diare pada Anak. *Majority*; 5(4): 101-106.
- Zikra W, Amir A, dan Putra AE, 2018. Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*) pada Air Minum di Rumah Makan dan Cafe di Kelurahan Jati serta Jati Baru Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*; 7(2): 212-216.
- Zulkifli L, Sedijani P, Rasmi DAC, dan Amrullah LWZ, 2020. Screening and Molecular Identification of Phosphate-Solubilizing Rhizobacteria from Mangrove Ecosystem of the Lombok Island. *Jurnal Biologi Tropis*; 20(3): 475-484.

Article History:

Received: 27 Juni 2022

Revised: 5 Juli 2022

Available online: 21 Juli 2022

Published: 30 September 2022

Authors:

Kharisma Namira Salsabilla, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Gedung C3 Lt.2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail: kharismanamira14@gmail.com

Guntur Trimulyono, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Gedung C3 Lt.2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail: gunturtrimulyono@unesa.ac.id

How to cite this article:

Salsabilla KN, Trimulyono G, 2022. Isolasi dan Uji Antagonis Bakteri Asam Laktat dari Tape Pisang Kepok terhadap *Escherichia coli*. *LenteraBio*; 11(3): 430-440.