

IDENTIFIKASI BIOKIMIA DAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI ISOLAT BAKTERI ASAM LAKTAT DARI LIMBAH SAYUR SAWI (*Brassica juncea* L.)

1| Sukriani Kursia, 2| Imrawati, 3| Aliansyah Halim, 4| Sasmita, 5| Fildzah Hanifah

Email Korespondensi : sukriani.winie@yahoo.com

Program Studi Sarjana Farmasi, Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Makassar

Abstract : Lactic Acid Bacteria (LAB) is a group of bacteria that produce lactic acid as the main product in carbohydrate fermentation. LAB has a major role to fight against pathogenic bacteria through peptide compounds. LAB can be found in vegetables that contain carbohydrates. The research objective was to determine biochemically and determine the antibacterial activity of LAB isolates from *Brassica juncea* L vegetable waste. Biochemical testing methods include TSIA, Indol, MR_VP, motility, temperature resistance and salt resistance tests. While testing the activity using the disc diffusion method is used by the media Mueller Hinton Agar against *Basillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus mutans*, *Salmonella thypimurium*, and *Propionibacterium acnes*. Preparation of the test sample was carried out by inoculating LAB isolate stock for 1x24 hours at 37 ° C. Biochemical identification results showed that LAB isolates were able to ferment glucose, negative in indole and VP testing, positive in MR testing was characterized by obtaining acidic pH, non-motile nature, living at 37 ° C, and resistant to several salt concentrations (5-10%). The results of testing antibacterial activity based on univariate analysis showed differences in the activity of each of the test bacteria obtained $p = 0,730$ ($p > 0,05$). LSD analysis showed no significant differences between all isolates. Conclusion: isolates obtained included LAB group from the family *Lactobacillaceae*, genus *Lactobacillus* sp and the antibacterial activity was broad spectrum.

Keywords : Antibacterial; Lactic Acid Bacteria; Biochemistry; Identification; Mustard Greens

Abstrak : Bakteri asam laktat (BAL) merupakan kelompok bakteri yang memproduksi asam laktat pada proses fermentasi karbohidrat. BAL mempunyai peranan penting untuk melawan bakteri patogen melalui senyawa peptida. BAL dapat diperoleh dari sayuran yang mengandung karbohidrat. Tujuan penelitian ini adalah menentukan genus BAL berdasarkan identifikasi secara biokimia dan menentukan aktivitas antibakteri isolat BAL dari limbah sayur Sawi. Metode pengujian biokimia meliputi uji TSIA, Indol, MR_VP, motilitas, ketahanan suhu dan ketahanan garam. Sedangkan pengujian aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Basillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus mutans*, *Salmonella thypimurium*, dan *Propionibacterium acnes* menggunakan metode disks difusi agar dengan medium *Mueller Hinton Agar*. Penyiapan sampel uji dilakukan dengan menginokulasi stok isolat BAL selama 1x24 jam pada suhu 37°C. Hasil identifikasi biokimia menunjukkan bahwa isolat BAL mampu memfermentasi glukosa, negatif pada pengujian indol dan VP, positif pada pengujian MR di tandai dengan diperolehnya pH asam, bersifat non motil, hidup pada suhu 37°C, serta tahan terhadap beberapa konsentrasi garam (5-10%). Hasil pengujian aktivitas antibakteri dianalisis dengan metode one way Anova menunjukkan perbedaan aktivitas antar bakteri uji $p=0,730$ ($p > 0,05$). Analisis LSD menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antar semua isolat. Kesimpulan: isolat yang diperoleh termasuk kelompok BAL dari famili *Lactobacillaceae*, genus *Lactobacillus* sp dan memiliki aktivitas antibakteri yang bersifat spektrum luas.

Kata Kunci : Antibakteri; Bakteri Asam Laktat; Biokimia; Identifikasi; Sawi

PENDAHULUAN

Bakteri asam laktat (BAL) merupakan mikroorganisme yang mempunyai sifat sebagai probiotik. BAL dapat memproduksi komponen-komponen penghambat mikroorganisme patogen seperti asam laktat, bakteriosin, hidrogen peroksida, diasetil dan asetaldehid (Gatesoupe, 1999) and (Zapata and Lara-Flores, 2012) BAL tumbuh pada saluran pencernaan dan saluran urogenital hewan, manusia dan juga terdapat pada makanan seperti produk susu, buah-buahan dan fermentasi sayuran. BAL dalam taksonomi merupakan kelompok mikroorganisme yang mampu memfermentasi karbohidrat menjadi asam laktat (Zapata and Lara-Flores, 2012) dan (Nikoskelainen *et al.*, 2001).

Isolasi BAL dari limbah sawi telah dilakukan oleh (Sasmita *et al.*, 2018) menghasilkan sebanyak 4 isolat. Karakterisasi menunjukkan bahwa isolat tersebut berbentuk bulat, tepian lingkaran, berwarna putih susu dan permukaan konsentris. Bakteri asam laktat tersebut diduga genus *Lactobacillus*, tidak menghasilkan spora dan bersifat katalase negatif. Penelitian



lanjutan dilakukan oleh (Kursia *et al.*, 2019) yakni melakukan optimasi produksi bakteri asam laktat dengan variasi substrat. Hasil yang diperoleh pada fermentasi sayur sawi menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi substrat yakni glukosa akan mempercepat produksi BAL yang di tandai dengan penurunan pH fermentat yaitu 4-5 pada kedua fermentasi. Penggunaan substrat glukosa menunjukkan hasil yang terbaik pada konsentrasi 1 % dalam memproduksi asam laktat.

Identifikasi bakteri asam laktat yang dilakukan oleh (Sasmita *et al.*, 2018) terbatas pada identifikasi makroskopik dan mikroskopik serta beberapa identifikasi biokimia. Sedangkan penelitian ini akan melengkapi data identifikasi secara biokimia dari isolat BAL. Sidik jari biokimia yaitu sifat-sifat yang dikendalikan oleh aktivitas enzimatis sel sidik jari ini menentukan bioenergetika, biosintesis dan biodegradasi. Keseluruhan reaksi kimia tersebut didefinisikan sebagai metabolisme seluler dan transformasi-transformasi biokimia yang terjadi baik di luar maupun di dalam sel diatur oleh katalis biologis yang disebut enzim (Cappuccino and Sherman, 2014).

Senyawa utama yang dihasilkan oleh BAL yang memiliki kemampuan menghambat mikroba patogen adalah protein bakteriosin. Protein tersebut diaplikasikan pada makanan dan pengobatan kesehatan (Papagianni M, 2003). Aktivitas antimikroba inilah yang menyebabkan BAL juga populer digunakan pada *biopreservatif* makanan (Twomey *et al.*, 2002). Hal ini dilakukan karena memiliki keuntungan yakni tidak bersifat toksik dan mudah mengalami biodegradasi yang tidak membahayakan mikroflora usus serta mudah dicerna oleh enzim-enzim pencernaan serta aman bagi lingkungan (Suardana and Suarsana, 2007). Oleh karena itu kami melakukan pengujian aktivitas antibakteri isolat BAL terhadap beberapa mikroba uji.

METODE PENELITIAN

Desain, tempat dan waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi (STIFA) Makassar pada tahun 2019. Desain penelitian ini adalah eksploratif.

Bahan uji dan bakteri uji

Bahan uji menggunakan stok isolat BAL limbah sawi (*Brassica juncea* L.) dari penelitian sebelumnya yang disimpan di Laboratorium Mikrobiologi Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi (STIFA) Makassar.

Bakteri uji yang digunakan adalah *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus mutans*, *Salmonella thymimurium*, dan *Propionibacterium acnes*.

Bahan yang digunakan alfanaftol, *de Man rogosa sharpe Agar* (Merck), *de Man rogosa sharpe Broth* (Merck), kalium hidroksida (KOH) 3 %, kalsium karbonat (CaCO₃), *kuprum sulfat (CuSO₄)* membran filter bakteri, *Mueller Hinton Agar* (Merck), Natrium klorida (NaCl) fisiologis 0,9%, natrium hidroksida (NaOH), pembawa bahan uji *blank paperdisc* (Oxoid), *paperdisc* tetrasiklin, reagen *biuret*, *reagen Kovac's*, *reagen metil red*, *Sulfida indole motility* (Merck), reagen *Voges Proskauer* (Merck), *Triple Sugar Iron Agar* (Merck).

Prosedur kerja

Peremajaan sampel uji

Bahan uji stok isolat limbah sawi (*Brassica juncea* L.) diinokulasikan pada medium *Mueller Hinton Agar* (MHA) dan selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 1x24 jam.

Pengujian biokimia

Pengujian TSIA

Isolat bakteri diinokulasikan pada media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA) dengan cara diinokulasikan tegak lurus pada bagian *butt* dan cara goresan sinambung pada bagian *slant*. Kemudian biakan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam dan diamati perubahan warna media. Apabila pada bagian *slant* media berwarna merah dan *butt* berwarna kuning, maka bakteri mampu memfermentasi glukosa. Apabila pada bagian *slant* dan *butt* media berwarna kuning, maka bakteri mampu memfermentasi glukosa, laktosa dan sukrosa (Cappuccino and Sherman, 2014).

Pengujian Indol

Isolat bakteri diinokulasi ke dalam media *Sulfida indole motility* (SIM) dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Pengamatan hasil uji indol dilakukan dengan menambahkan 10 tetes reagen Kovac's. Uji positif ditandai dengan terbentuknya lapisan berwarna merah dibagian atas biakan (Cappuccino and Sherman, 2014).

Pengujian motilitas

Uji motilitas dilakukan dengan menginokulasikan satu koloni isolat bakteri ke dalam media SIM kemudian diinkubasi selama 48 jam pada suhu 37°C. Pertumbuhan bakteri di sekitar tusukan menunjukkan hasil uji negatif. Pertumbuhan bakteri yang menyebar pada media menunjukkan hasil uji positif (Cappuccino and Sherman, 2014).

Pengujian MR-VP (*Metyl Red-Voges Poskauer*)

Isolat bakteri diinokulasi ke dalam media MR-VP dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Pengamatan uji MR dilakukan dengan menambahkan tiga tetes reagen MR ke dalam media. Uji positif ditandai dengan perubahan warna media menjadi merah artinya terbentuk asam. Uji VP dilakukan dengan menambahkan tiga tetes KOH 3% dan lima tetes alfa-naftol, lalu dikocok selama 30 detik (Cappuccino and Sherman, 2014).

Pengujian ketahanan suhu

Isolat bakteri diinokulasi ke dalam media *de Man rogosa sharpe Broth* (MRSB) broth dan diinkubasi pada suhu 5°C dan 37°C. Pertumbuhan bakteri ditandai dengan adanya kekeruhan pada media (Cappuccino and Sherman, 2014).

Pengujian ketahanan garam

Isolat bakteri diinokulasi ke dalam media MRSB dengan konsentrasi NaCl 5% ; 6,5% dan 10%. Kemudian biakan diinkubasi pada suhu 37°C selama 7 hari. Pertumbuhan bakteri ditandai dengan adanya kekeruhan pada media (Cappuccino and Sherman, 2014).

Pembuatan kultur isolat BAL dari limbah sawi

Isolat BAL dari limbah sawi yang sudah diremajakan dikultur pada medium MRSB selama 2x24 jam pada suhu 37 °C. Kultur cair tersebut disentrifugasi dengan kecepatan 10.000 RPM (Rotary per Minute) pada suhu 4°C selama 15 menit. Selanjutnya filtrat dinetralkan hingga pH 7,0 menggunakan pH meter dengan menambahkan larutan NaOH 1 N. Filtrat disterilkan dengan membran filter bakteri berdiameter 0,22 µm ke dalam tabung steril untuk memperoleh supernatan antibakteri (Sari, Apridamayanti and Octaviani, 2018).

Pengujian Biuret

Supernatan sebanyak 1 mL ditambahkan dengan 1 mL NaOH 2,5 M kemudian dihomogenkan. Supernatan ditambahkan dengan setetes CuSO₄ 0,01 M lalu dihomogenkan sampai berwarna ungu untuk melihat apakah positif mengandung protein (Bintang, 2010).

Pengujian aktivitas antibakteri

Medium *MHA* untuk bakteri sebanyak 20 ml dimasukkan ke dalam cawan petri dibiarkan hingga memadat. Selanjutnya diinokulasikan masing-masing bakteri uji yakni *Basillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Salmonella thypimurium*, *Streptococcus mutans*, dan *Propionibacterium acnes*. Setelah itu diambil supernatan sebanyak 20 µL diteteskan pada *paperdiscs blank*. *paperdiscs* selanjutnya diletakkan di atas media *MHA* yang telah mengandung bakteri uji dan diinkubasi pada 37°C selama 24 jam dan diukur diameter zona hambatnya.

Pengolahan dan analisis data

Data pengujian biokimia dianalisis secara deskriptif berdasarkan *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (William B. Whitman, 2009) dan data pengujian aktivitas antibakteri diolah dengan SPSS analisis *one way anova* dan *LSD*.

HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Data Organoleptik Ekstrak Etanol Pada Daun Sawo Manila (*Manilkara zapota L.*)

Isolat	Pengujian Biokimia									
	Motilitas	Indol	TSIA	MR	VP	Ketahanan suhu		Ketahanan garam		
						5°C	37°C	5%	6,5%	10%
A	-	-	y/y	+	-	-	+	+	+	+
B	-	-	y/y	-	-	-	+	+	+	+
C	+ / H	-	y/y	+	-	-	+	+	+	+
D	-	-	m/y	+	-	-	+	+	+	+
E	-	-	m/y	+	-	-	+	+	+	+

Ket : (+) : ada pertumbuhan; (-) : tidak ada pertumbuhan ; y/y: *slant* kuning/*butt* kuning, m/y: *slant* merah/*butt* kuning



Figure 1 Hasil kualitatif pengujian biuret

Tabel 2. Hasil pengujian aktivitas antibakteri

Perlakuan	Rata-rata diameter zona hambat (mm)						
	BS	EC	SA	SE	ST	SM	PA
Isolat A	8,3	6,7	7,18	7,21	6,78	6,1	7,2
Isolat B	6,1	7,7	7,36	6,32	7,84	6,6	6,4
Isolat C	7,35	6,1	7,54	6,19	7,31	7,0	6,5
Isolat D	7,15	6,1	8,01	7,15	6,96	7,3	6,1
Isolat E	6,75	7,25	7,95	6,67	7,54	7,6	7,35
Kontrol (+)	18,21	21,86	23,14	18,36	17,01	17,98	23,63

Ket : BS: *Basillus subtilis*, EC: *Escherichia coli*, SA: *Staphylococcus aureus*, SE: *Staphylococcus epidermidis*, SM: *Streptococcus mutans*, ST: *Salmonella thypimurium*, and PA: *Propionibacterium acnes*.

Tabel 3. Hasil analisis statistik menggunakan One way Anova

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.858	4	.214	.509	.730
Within Groups	12.648	30	.422		
Total	13.506	34			

Tabel 4. Hasil analisis statistik menggunakan LSD

(I) PERLA KUAN	(J) PERLA KUAN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
A	B	.07857	.34707	.822	-.6302	.7874
	C	.12571	.34707	.720	-.5831	.8345
	D	.01429	.34707	.967	-.6945	.7231
	E	-.32000	.34707	.364	-1.0288	.3888
B	A	-.07857	.34707	.822	-.7874	.6302
	C	.04714	.34707	.893	-.6617	.7560
	D	-.06429	.34707	.854	-.7731	.6445
	E	-.39857	.34707	.260	-1.1074	.3102

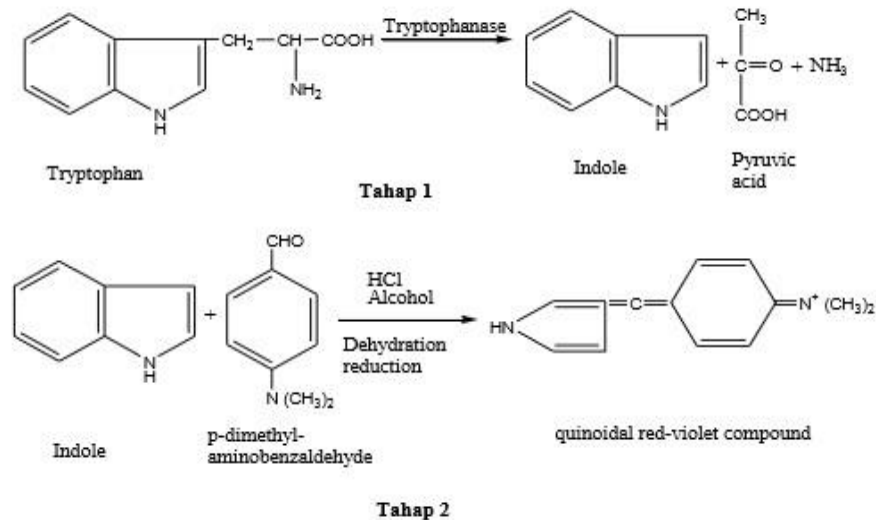
C	A	-.12571	.34707	.720	-.8345	.5831
	B	-.04714	.34707	.893	-.7560	.6617
	D	-.11143	.34707	.750	-.8202	.5974
	E	-.44571	.34707	.209	-1.1545	.2631
D	A	-.01429	.34707	.967	-.7231	.6945
	B	.06429	.34707	.854	-.6445	.7731
	C	.11143	.34707	.750	-.5974	.8202
	E	-.33429	.34707	.343	-1.0431	.3745
E	A	.32000	.34707	.364	-.3888	1.0288
	B	.39857	.34707	.260	-.3102	1.1074
	C	.44571	.34707	.209	-.2631	1.1545
	D	.33429	.34707	.343	-.3745	1.0431

DISKUSI

Isolat BAL yang digunakan pada penelitian ini berasal dari stok yang di simpan di Laboratorium Mikrobiologi STIFA Makassar. Hasil identifikasi awal isolat tersebut dilakukan oleh (Sasmita *et al.*, 2018) menunjukkan bahwa BAL berbentuk bulat konsentris, berwarna putih susu, tidak menghasilkan spora dan bersifat Gram positif sehingga data tersebut perlu didukung dengan pengujian biokimia untuk menambahkan data karakterisasi isolat BAL yang dihasilkan. Oleh karena itu penelitian ini akan menentukan identifikasi secara biokimia isolat limbah sawi (*Brassica juncea* L.) dan selanjutnya akan ditentukan aktivitas antibakterinya menggunakan beberapa bakteri uji yang mewakili bakteri Gram positif dan Gram negatif.

Pengamatan uji TSIA dilakukan berdasarkan perbedaan pola fermentasi karbohidrat. Pada tabel 2. menunjukkan bahwa isolat BAL menunjukkan pembentukan warna *slant* kuning/*butt* kuning dan *slant* merah/*butt* kuning. Pola fermentasi yang ini diakibatkan karena perbedaan konsentrasi asam laktat yang dihasilkan pada fermentasi laktosa. Pembentukan warna merah pada *slant* dan kuning pada *butt* diakibatkan karena asam laktat yang dihasilkan dalam konsentrasi kecil sedangkan jika pembentukan warna kuning pada *slant* dan *butt* maka asam laktat maka asam laktat yang dihasilkan dalam konsentrasi lebih tinggi. Selain asam laktat, hidrogen disulfida juga diproduksi. Hal ini di tandai dengan pembentukan warna hitam pada media (Cappuccino and Sherman, 2014).

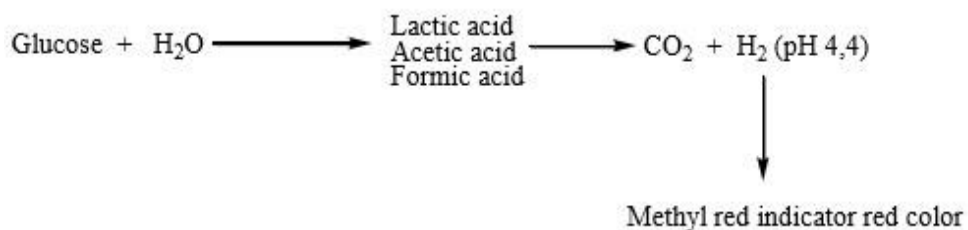
Sedangkan pembentukan indol ditandai oleh warna merah diakibatkan penggunaan asam amino triptofan (Lay, 1994). Hasil pengujian pada tabel 2. menunjukkan hasil negatif yang berarti tidak terbentuk senyawa kuinoid.



Gambar 2. Mekanisme reaksi pengujian Indol

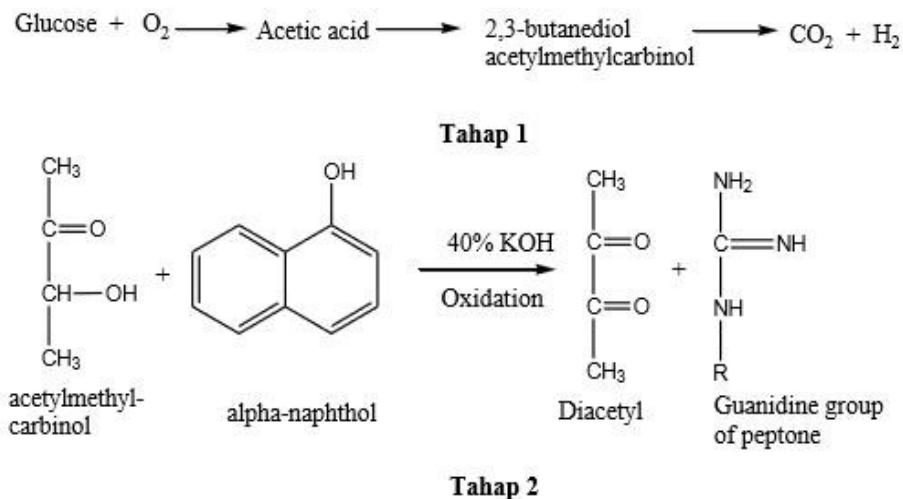
Pengujian indol digunakan untuk mengetahui adanya enzim triptofanase pada bakteri yang dapat menghidrolisis asam amino triptofan menjadi indol dan asam piruvat. Asam amino triptofan merupakan asam amino yang lazim terdapat pada protein, sehingga asam amino ini dengan mudah dapat digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber energinya (Lay, 1994).

Pengujian MR menunjukkan hasil positif karena isolat berada pada kisaran pH 4, yang ditandai dengan terbentuknya warna merah saat penambah indikator *metyl red* (Cappuccino and Sherman, 2014).



Gambar 3. Reaksi kimia pengujian *metyl red*

Pengujian Voges-Proskauer (VP) dilakukan untuk menentukan kemampuan beberapa organisme membentuk produk akhir non-asam atau netral dari asam-asam organik yang dihasilkan dari metabolisme glukosa.



Gambar 4. Reaksi kimia pengujian VP

Hasil uji VP terhadap isolat BAL sawi menunjukkan negatif VP karena tidak terbentuknya perubahan warna saat penambahan pereaksi yang menandakan organisme tidak membentuk produk akhir non-asam atau netral (Cappuccino and Sherman, 2014)

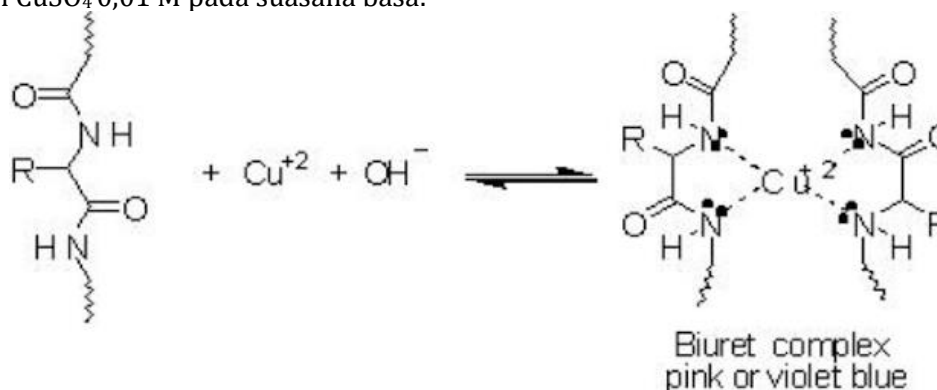
Pada pengujian ketahanan suhu terlihat isolat mampu bertahan atau tumbuh pada suhu 37°C karena terjadi kekeruhan pada media yang menandakan bahwa bakteri dapat tumbuh. Sedangkan pada suhu 5°C isolat tidak mengalami pertumbuhan karena tidak terjadinya kekeruhan pada media. Menurut (Susilawati, 2016) suhu optimum bagi pertumbuhan BAL adalah 35°-45°C.

Pada pengujian ketahanan garam dengan konsentrasi garam 5%, 6.5% dan 10% diperoleh hasil positif, hal ini berarti BAL dapat tumbuh pada beberapa konsentrasi. Uji toleransi garam dilakukan untuk mengetahui tingkat ketahanan isolat bakteri terhadap garam empedu yang harus dilalui untuk dapat mencapai usus dan melakukan aktivitas metabolik, sehingga mampu menyeimbangkan mikroflora di dalam pencernaan manusia (Thakkar, Modi and Prajapati, 2015).

Berdasarkan hal tersebut maka menurut *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (William B. Whitman, 2009) maka isolat yang diperoleh termasuk kelompok BAL dari famili *Lactobacillaceae*, genus *Lactobacillus* sp yang memiliki ciri-ciri yakni berbentuk bulat, bersifat Gram positif, tidak menghasilkan spora, bersifat non motil, mampu memfermentasi laktosa menjadi asam laktat, tidak menghasilkan senyawa kuinoid, memiliki pH 4,4, tumbuh pada suhu 37°-42°C dan bertahan pada konsentrasi garam 5-10% .

Pengujian aktivitas anti bakteri menunjukkan bahwa isolat bersifat spektrum luas yang mampu menghambat bakteri Gram positif dan negatif (Tabel 2.) Hasil pengujian pada tabel 2. Di analisis menggunakan *one way anova*. Pengujian analisis ini digunakan untuk menentukan pengaruh antar kelompok perlakuan. Hasil yang diperoleh adalah nilai $p=0,730$ ($p>0,05$) yang berarti tidak ada pengaruh jenis isolat terhadap aktivitas antibakteri pada beberapa bakteri uji. Berdasarkan klasifikasi yang dikemukakan oleh (Davis, 1971) maka aktivitas antibakteri isolat tergolong kategori sedang (5-10 mm).

Aktivitas antibakteri yang dihasilkan diduga karena adanya kandungan protein bakteriosin pada isolat BAL sawi (*Brassica juncea* L. Hal ini sejalan dengan hasil pengujian kualitatif menggunakan metode biuret pada gambar 2. menunjukkan hasil positif mengandung protein. Hasil positif ditandai dengan pembentukan warna biru setelah penambahan pereaksi CuSO_4 0,01 M pada suasana basa.



Gambar 5. Reaksi kimia pengujian biuret

Bakteriosin merupakan protein yang memiliki keragaman yang tinggi baik dari bentuk, struktur dan aktivitas (Chen and Hoover, 2003) dan (Cotter, Hill and Ross, 2005). Bakteriosin yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat merupakan substansi protein yang memiliki berat

molekul yang kecil dan dapat berperan sebagai bakteriosida. Mekanisme kerja bakteriosin yakni berbentuk kanal pada target sel membran, menyebabkan rendahnya ikatan molekul ion sehingga terjadi kebocoran pada sel bakteri dan melemahnya kekuatan proton sel (Dicks *et al.*, 2011) dan (Hassan *et al.*, 2012).

Menurut (Kusmiati, 2002) dan (Ogunbanwo, Sanni and Onilude, 2003) bahwa beberapa jenis bakteriosin dari bakteri asam laktat digunakan pada beberapa produk fermentasi karena bersifat spektrum luas yakni memiliki aktivitas penghambatan terhadap pertumbuhan beberapa bakteri Gram positif dan Gram negatif. Terhambatnya pertumbuhan mikroba uji pada hasil yang diperoleh menurut penelitian yang telah dilakukan oleh (Sari, Apridamayanti and Octaviani, 2018), bahwa metabolit yang terdapat pada bakteri asam laktat berdifusi pada media pertumbuhannya dengan tingkat kemampuan yang berbeda-beda, tergantung dari spesies bakteri asam laktat dan komposisi media pertumbuhan yang digunakan. Oleh karena itu isolat BAL dari sawi (*Brassica juncea* L.) yang merupakan Famili *Lactobacillaceae* dan genus *Lactobacillus* sp dapat bersifat sebagai anti bakteri.

KESIMPULAN

1. Isolat BAL limbah sayur sawi (*Brassica juncea* L.) termasuk dalam Famili *Lactobacillaceae*, genus *Lactobacillus* sp
2. Aktivitas antibakteri isolat BAL Sawi bersifat spektrum luas yakni aktif yang dapat menghambat bakteri Gram positif dan Gram negatif.

SARAN

Untuk pengembangan disarankan untuk penelitian karakterisasi bakteriosin menentukan kadarnya

DAFTAR PUSTAKA

- Bintang, M. (2010) *Biokimia*.
- Cappuccino, J. G. and Sherman, N. (2014) *Manual Laboratorium Mikrobiologi*. 8th edn. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Chen, H. and Hoover, D. G. (2003) 'Bacteriocins and their Food Applications', *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2(3), pp. 82–100. doi: 10.1111/j.1541-4337.2003.tb00016.x.
- Cotter, P. D., Hill, C. and Ross, R. P. (2005) 'Bacteriocins: developing innate immunity for food', *Nature Reviews Microbiology*, 3(10), pp. 777–788. doi: 10.1038/nrmicro1273.
- Davis, W. W. dan T. R. S. (1971) 'Disc plate methods of microbiological antibiotic assay', *Microbiology*, 22, pp. 659–665.
- Dicks, L. M. T. *et al.* (2011) *Medical and Personal Care Applications of Bacteriocins Produced by Lactic Acid Bacteria, Prokaryotic Antimicrobial Peptides*. doi: 10.1007/978-1-4419-7692-5.
- Gatesoupe, F. J. (1999) 'The Use of Probiotics in agriculture', *Agliculture*, 191, pp. 147–165.
- Hassan, M. *et al.* (2012) 'Natural antimicrobial peptides from bacteria: Characteristics and potential applications to fight against antibiotic resistance', *Journal of Applied Microbiology*, 113(4), pp. 723–736. doi: 10.1111/j.1365-2672.2012.05338.x.
- Kursia, S. *et al.* (2019) 'Optimasi produksi bakteri asam laktat dari limbah sayuran hijau', (September), pp. 1–4.
- Kusmiati (2002) 'Aktivitas bakteriosin dari bakteri *Leuconostoc mesenteroides* Pbac1 pada berbagai media', *Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI Universitas Indonesia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan*, 6(1), pp. 1–7.
- Lay, B. (1994) *Analisis Mikroba di Laboratorium*. Jakarta: PT. Raja Grafiika Persada.

- Nikoskelainen, S. *et al.* (2001) 'Protection of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from furunculosis by *Lactobacillus rhamnosus*', *Aquaculture*, 198(3-4), pp. 229-236. doi: 10.1016/S0044-8486(01)00593-2.
- Ogunbanwo, S. T., Sanni, A. I. and Onilude, A. A. (2003) 'Characterization of bacteriocin produced by *Lactobacillus plantarum* F1 and *Lactobacillus brevis* OG1', *African Journal of Biotechnology*, 2(8), pp. 223-235. doi: 10.5897/ajb2003.000-1045.
- Sari, R., Apridamayanti, P. and Octaviani, M. (2018) 'Optimasi Aktivitas Bakteriosin yang Dihasilkan oleh Bakteri *Lactobacillus plantarum* dari Minuman Ce Hun Tiau Optimization of Bacteriocin Activity Produced by *Lactobacillus plantarum* Bacteria from Ce Hun Tiau Beverages', 5(1), pp. 1-6.
- Sasmita *et al.* (2018) 'Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Dari Liur Basa (Limbah Sayur Bayam Dan Sawi)', *As-Syifaa Jurnal Farmasi*, 10(2), pp. 141-151.
- Suardana, I. W. and Suarsana, I. N. (2007) 'Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat dari Cairan Rumen Sapi Bali sebagai Kandidat Biopreservatif ISOLATION AND IDENTIFICATION OF ACID LACTIC BACTERIA FROM BALI CATTLE'S GASTRIC FLUID AS A POTENTIAL CANDIDATE OF BIOPRESERVATIVE', *Biology Published*, 155-159(4), p. 8. Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/Isolasi-dan-Identifikasi-Bakteri-Asam-Laktat-dari-A-Suardana-Suarsana/2a75726a78134714bb85f5cede68e7b2fcde2712>.
- Susilawati, S. (2016) *Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat (Bal) Dari Air Cucian Beras, Universitas Riau*.
- Thakkar, P., Modi, H. A. and Prajapati, J. B. (2015) 'Isolation , characterization and safety assessment of lactic acid bacterial isolates from fermented food products', *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(4), pp. 713-725. Available at: <http://www.ijcmas.com>.
- Twomey, D. *et al.* (2002) 'Lantibiotics produced by lactic acid bacteria: structure, function and applications.', *Antonie van Leeuwenhoek*, 82(1-4), pp. 165-85. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12369187>.
- William B. Whitman (2009) 'Bergey's Manual of Determinative Bacteriology', in. Athens, USA. doi: 10.1007/b92997.
- Zapata, A. A. and Lara-Flores, M. (2012) 'Antimicrobial Activities of Lactic Acid Bacteria Strains Isolated from Nile Tilapia Intestine (*Oreochromis niloticus*)', *Journal of Biology and Life Science*, 4(1), pp. 164-171. doi: 10.5296/jbls.v4i1.2408