

Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Selulolitik pada Pakan Fermentasi Eceng Gondok, Tongkol Jagung, dan Bekatul Padi

Isolation and Characterization Cellulolytic Bacteria from Fermentation Feed of Water Hyacinth, Corncob, and Rice Bran

Andre Putra Raharjo*, Isnawati

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

* e-mail: andreraharjo1@gmail.com

Abstrak. Bakteri selulolitik merupakan bakteri yang memiliki kemampuan untuk mendegradasi selulosa sehingga dapat menghidrolisis selulosa pada tanaman. Eceng gondok, tongkol jagung, dan bekatul merupakan bahan pakan yang tinggi serat dan keberadaannya selalu ada sepanjang musim. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bakteri indigenus yang tumbuh pada pakan fermentasi campuran berbahan baku eceng gondok, tongkol jagung, dan bekatul. Isolat bakteri diperoleh dengan cara melakukan isolasi pada sampel fermentasi pada hari ke-1 hingga hari ke-15 pada media *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) Agar. Uji kemampuan selulolitik dilakukan dengan mengamati zona bening yang terbentuk pada *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) Agar untuk setiap isolat setelah dilakukan pewarnaan menggunakan Congo red 0,1% dan dibilas menggunakan NaCl 1M. Hasil penelitian ini mendapatkan 12 isolat yang dapat teridentifikasi secara morfologi. Setelah uji kualitatif selulolitik ditemukan 3 isolat bakteri yaitu B9, B10, dan B11 yang memiliki kemampuan selulolitik dengan indeks selulolitik masing-masing sebesar 0,87, 0,63 dan 0,5. Hasil karakterisasi menunjukkan isolat B9, B10, dan B11 masing-masing memiliki kedekatan dengan anggota dari *Bacillus subtilis*, *Listeria sp.*, dan *Bacillus pumilus*. Bakteri selulolitik yang berhasil diisolasi dapat diteliti untuk pemanfaatan lebih lanjut seperti menjadi stater dalam pembuatan pakan fermentasi, sebagai sumber enzim selulase atau manfaat lainnya.

Kata kunci: Bakteri selulolitik, fermentasi pakan, selulosa

Abstract. Cellulolytic bacteria are bacteria that have the ability to degrade cellulose so it can hydrolyze cellulose inside a plant. Water hyacinth, corncob, and rice bran are feed ingredients that contain high fiber and they are always exist through the seasons. This research aims to identify the types of bacteria that can grow in the mix fermentation feed of water hyacinth, corncob, and rice bran. Bacterial isolate can be isolated from fermentation feed sample from day 1 until day 15 in the Carboxymethyl Cellulose media (CMC). The cellulolytic potential test can be done by observe the clearzone that formed in the CMC media for each isolates olate after coloring them with Congo red 0,1% and rinsed them with NaCl 1M. The results of this research obtained 12 isolates that could be identified morphologically. Meanwhile after the coloring result indicated three isolates that have the cellulolytic potential with cellulolytic index from each isolate worth to 0,87, 0,63, and 0,5. The characterization result show that each isolate of B9, B10, and B11 has close ties with *Bacillus subtilis* *Listeria sp.*, and *Bacillus pumilus*. The potential of bacteria to degrade cellulose could be further studied so that the bacteria can be utilized to improve the quality of ruminants feed.

Keywords: Cellulolytic bacteria, feed fermentation, cellulose

PENDAHULUAN

Pakan merupakan komponen utama dalam manajemen peternakan baik peternakan kecil maupun besar. Pakan dilaporkan menentukan 59,5% keuntungan dari peternakan (Badan Pusat Statistika, 2018). Oleh karena itu, kebanyakan masyarakat menekan besarnya biaya pemberian pakan dengan memberi pakan hijauan secara langsung, yang mana dalam proses pemberiannya bergantung pada musim sehingga pakan hijauan tidak dapat dijadikan sebagai pakan kontinyu (Ratnasari, 2019). Pakan hijauan memiliki kadar selulosa yang tinggi yaitu 30-35% sehingga pemberian pakan hijauan berdampak pada pertumbuhan yang lebih rendah dibandingkan pakan hijauan yang telah difermentasi (Hattakum et al., 2019).

Selulosa adalah senyawa organik penyusun dasar jaringan tanaman, umumnya selulosa tersusun dalam bentuk fibril yang berhubungan dengan ikatan glikosidik sehingga selulosa sulit diuraikan dan hanya didegradasi secara enzimatik (Polko & Kieber, 2019). Proses degradasi selulosa secara enzimatik dapat dilakukan dengan cara fermentasi pada bahan baku sehingga dihasilkan pakan fermentasi. Pakan fermentasi merupakan pakan yang proses pembuatannya menerapkan bioteknologi dengan cara memanfaatkan mikroorganisme selulolitik yang mampu menguraikan molekul kompleks seperti selulosa pada pakan hijauan menjadi molekul gula yang lebih sederhana (Ahmad et al., 2020). Hasil penelitian oleh Fitrihidajati dkk., (2015) menyatakan bahwa pembuatan pakan ternak berbahan baku eceng gondok yang difermentasi dapat meningkatkan kadar protein kasar sampai 11,09% dan menurunkan kadar serat kasar (selulosa) hingga 21,16%.

Bahan baku lain yang dianggap sebagai limbah serta ketersediaannya selalu ada sepanjang musim seperti tongkol jagung juga berpotensi menjadi bahan baku pakan ternak, karena serat kasar pada tongkol jagung bisa didegradasi menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui proses fermentasi. Penelitian sebelumnya membuktikan bahwa tongkol jagung yang telah difermentasi selama dua minggu dapat menurunkan kadar serat kasar hingga 8,22% (Widaningsih, 2018).

Proses fermentasi bergantung pada mikroorganisme seperti bakteri selulolitik yang mana habitat alami bakteri selulolitik terdapat pada substrat yang kaya akan selulosa seperti tanah gambut, kompos, seresah daun (Giyanto & Nurmansyah, 2021). Penelitian Nisa dkk., (2020) menyatakan bahwa penggunaan bekatul dapat digunakan sebagai starter fermentasi karena kandungan bekatul yang memungkinkan bakteri selulolitik untuk tumbuh dan hasilnya dapat meningkatkan kualitas pakan fermentasi yang dibuktikan dengan menurunnya kandungan selulosa pada silase dari 40% menjadi 32%. Menurut Supartini (2011) bekatul fermentasi meningkatkan kandungan protein kasarnya dari 10% menjadi 13%. Selain itu terbukti dari penelitian sebelumnya oleh Hartati dkk., (2015) bahwa bekatul mengandung lemak kasar yang tinggi yaitu sekitar 23% dan asam linoleat yang dibutuhkan oleh ternak. Asam linoleat merupakan senyawa baku dalam pembentukan lipid sehingga sangat bermanfaat dalam pertumbuhan apabila dijadikan pakan ternak (Julaika dkk., 2019).

Bakteri selulolitik adalah bakteri yang memiliki kemampuan menghidrolisis selulosa dengan cara mensintesis enzim kompleks selulase (Murtiyaningsih dkk., 2017). Habitat alami dari bakteri selulolitik adalah lingkungan dengan substrat selulosa yang tinggi sehingga bakteri ini dimungkinkan berada pada eceng gondok, tongkol jagung, dan bekatul yang keberadaan bahan tersebut melimpah dan tersedia sepanjang musim (Ratnasari, 2019). Isolasi dari bakteri selulolitik akan sangat bermanfaat guna mengembangkan efektifitas fermentasi dari pakan ruminansia. Keberlangsungan pakan fermentasi bergantung pada kemampuan bakteri dalam mendegradasi selulosa, bakteri dengan kemampuan terbaik dapat dimanfaatkan sebagai starter untuk ditambahkan pada proses fermentasi. Pada penelitian ini dilakukan penelitian eksploratif jenis bakteri selulolitik pada bahan baku yang tinggi serat, yaitu eceng gondok, tongkol jagung, dan bekatul padi. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan karakterisasi jenis bakteri selulolitik yang tumbuh pada pakan fermentasi campuran ketiga bahan tersebut.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif yang dilakukan mulai bulan November 2020 sampai Maret 2021. Sampel eceng gondok berasal dari Sungai Desa Krembangan, Kecamatan Taman, Kabupaten Sidoarjo. Bekatul didapatkan dari petani lokal Desa Cabean, Kecamatan Sawahan, Kabupaten Jombang sedangkan sampel tongkol jagung didapatkan dari petani lokal Desa Balonggebang, Kecamatan Gondang, Kabupaten Nganjuk. Proses fermentasi, isolasi, karakterisasi hingga analisis data dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi C9 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Surabaya.

Bahan - bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, pakan fermentasi campuran eceng gondok, tongkol jagung, dan bekatul, media *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) Agar yang terdiri dari (10 g CMC, 0,02 g MgSO₄.7H₂O, 0,075 g KNO₃, 0,05 g K₂HPO₄, 0,002 g FeSO₄, 0,004 g CaCl₂.2H₂O, 0,1 g ekstrak *yeast*, 15 g) untuk penumbuhan bakteri dan uji bakteri selulolitik, akuades steril, alkohol 70%, alkohol 96%, *crystal violet*, *lugol*, *safranin*, *congo red* 0.1%, *simon's citrate* agar, *phenol red broth base* (sumber gula D-glukosa, sukrosa, laktosa, maltosa, sukrosa, salicin, imositol, sorbitol, arabinosa, trehalosa, xylosa, dulcitol dan manitol), *methyl red-voges proskauerbroth*, *Triple Sugar Ion Agar* (TSIA), media O/F (*Hugh-Leifson*), *arginin broth*, *lysine Ion Agar* (LIA), *Mortality-Indole-Ornithine*

Agar (MIO), *Cristensen's Urease*, *lysine decarboxylase*, *Ornitin decarboxylase*, *Arginin dihydrolase*, *nutrient gelatin*, *starch* agar untuk uji biokimia isolat bakteri.

Pembuatan pakan fermentasi campuran mengacu serta memodifikasi penelitian dari Fitrihidajati (2015), dengan perbandingan (1:1:1) eceng gondok, tongkol jagung, dan bekatul ditimbang dengan massa sebanyak 1 kg pada setiap bahan. Sampel eceng gondok segar terlebih dahulu dipisahkan akarnya, setelah itu batang dan daun dipotong menggunakan mesin chopper hingga berukuran 2-3 cm, kemudian eceng gondok dikeringanginkan hingga kadar air tersisa 20%. Tongkol jagung yang sudah kering digiling menggunakan chopper khusus penghancur tongkol jagung. Selanjutnya eceng gondok, tongkol jagung, dan bekatul dicampurkan untuk kemudian dilakukan pengukusan selama 20 menit. Setelah semua bahan didinginkan selanjutnya dilakukan proses fermentasi dengan menggunakan keranjang yang dilapisi daun pisang. Proses fermentasi dilakukan secara alami tanpa penambahan starter selama 15 hari.

Setiap hari selama 15 hari dilakukan isolasi bakteri dengan mengencerkan 10 gram pakan fermentasi lalu dicampur dengan 90 ml akuades. Pengenceran dilakukan hingga 10⁻⁷ dengan tujuan untuk mengurangi jumlah mikroba yang tersuspensi (Murtiyaningsih dkk., 2017). Isolasi dilakukan pada medium CMC agar yang dilakukan dengan metode *pour plate*, kemudian diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu ruang (Wulandari, 2015).

Koloni yang tumbuh setelah isolasi selanjutnya dilakukan purifikasi bakteri yang mengacu pada karakteristik morfologi koloni bakteri yang tumbuh dengan memilih koloni bakteri yang berbeda dari segi bentuk, warna, tepian, dan elevasi (Yosmaniar, 2018). Pemurnian bakteri dilakukan dengan metode streak plate pada medium CMC Agar dan diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu ruang, hal ini bertujuan untuk mendapatkan biakan koloni tunggal dari setiap isolat.

Setiap isolat yang telah dimurnikan dilakukan uji kualitatif selulolitik dengan metode total pada medium CMC Agar sebanyak tiga kali pengulangan yang kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama dua hari (Murtiyaningsih dkk., 2017). Koloni yang tumbuh diwarnai dengan menggunakan cairan Congo Red 0,1% selama 15 menit kemudian dibilas menggunakan NaCl 1M (Nababan dkk., 2019). Aktivitas selulolitik bakteri dihitung dari hasil pengukuran diameter zona bening dan diameter koloni dengan rumus (Khulud dkk., 2020).

$$IS = \frac{x1 - x2}{x2}$$

Keterangan :

- IS = indeks selulolitik
- x1 = diameter rata-rata zona bening (mm)
- x2 = diameter rata-rata koloni (mm)

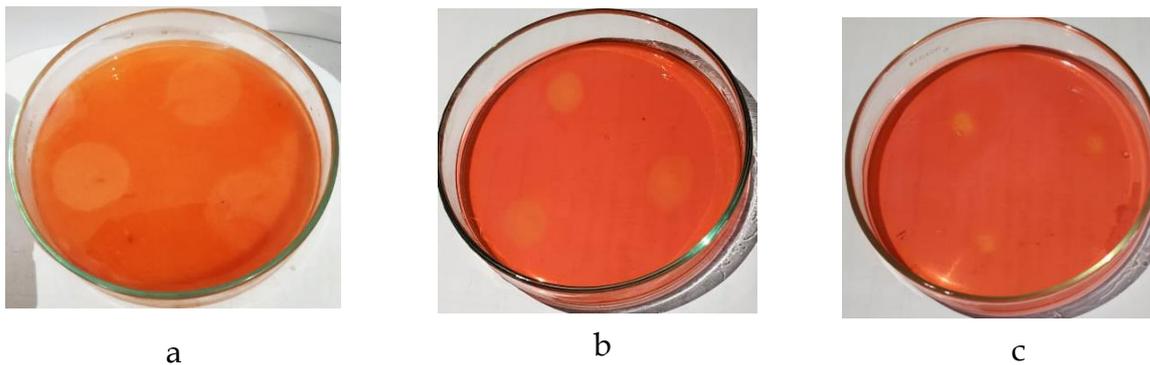
Karakterisasi isolat bakteri dilakukan berdasarkan karakter morfologi, sedangkan uji biokimia dilakukan pada isolat yang menghasilkan zona bening dari hasil uji kualitatif selulolitik. Karakteristik morfologi meliputi bentuk koloni, elevasi, tepian, dan warna. Uji biokimia bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat fisiologis dari bakteri yang dilakukan dengan uji pewarnaan gram, uji IMViC (*Indole*, *Methyl red-Voges Proskauer*, *Citrate*), fermentasi karbohidrat, uji katalase, uji O/F (*Hugh-Leifson test*), uji oksidasi, uji gelatin, uji dekarboksilase asam amino, dan uji hidrolisi pati (Angreni, 2018). Hasil karakter selanjutnya dilakuakan pendugaan genus dengan menggunakan *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (Holt et al., 1994), dan *Cowan and Steel's Manual for the Identification of Medical Bacteria* (Barrow & Feltham, 1993).

HASIL

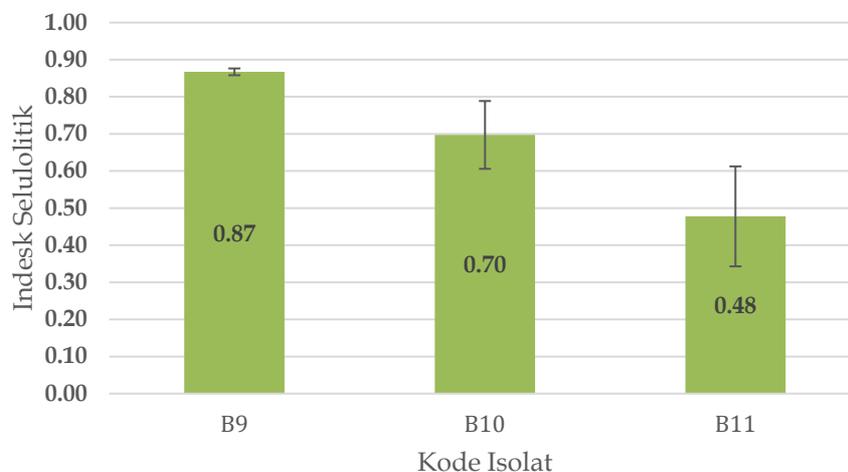
Hasil isolasi bakteri dari sampel pakan fermentasi eceng gondok, tongkol jagung dan bekatul yang tumbuh pada seri pengenceran 10⁻⁷ diperoleh 12 isolat yang dapat dibedakan berdasarkan karakter morfologi seperti disajikan pada Tabel 1. Selain karakterisasi morfologi isolat juga dilakukan uji pewarnaan gram dan pengamatan secara mikroskopis untuk mengetahui bentuk sel dari setiap isolat bakteri. Data yang diperoleh pada umumnya didominasi oleh koloni dengan bentuk irregular dan circular, sedangkan warna koloni bakteri didominasi oleh warna putih.

Tabel 1. Karakter morfologi isolat bakteri selulolitik dari pakan fermentodege

Isolat	Bentuk	Elevasi	Tepi	Warna	Gram
B1	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih	Negatif
B2	<i>Irregular</i>	<i>Umbonate</i>	<i>Lobate</i>	Putih	Negatif
B3	<i>Irregular</i>	<i>Umbonate</i>	<i>Lobate</i>	Putih Kekuningan	Positif
B4	<i>Circular</i>	<i>Umbonate</i>	<i>Undulate</i>	Putih	Negatif
B5	<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Lobate</i>	Putih	Negatif
B6	<i>Circular</i>	<i>Pulvinate</i>	<i>Lobate</i>	Putih	Negatif
B7	<i>Rhizoid</i>	<i>Flat</i>	<i>Lobate</i>	Putih	Negatif
B8	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Kuning	Negatif
B9	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	Putih	Positif
B10	<i>Punctiform</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih	Positif
B11	<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Lobate</i>	Putih Transparan	Positif
B12	<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Pulvinate</i>	Putih Transparan	Negatif



Gambar 1. Kenampakan hasil hidrolisis isolat bakteri pada media *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) Agar. a. Isolat B9; b. Isolat B10; c. Isolat B11.



Gambar 2. Histogram nilai indeks selulolitik isolat bakteri selulolitik

Pada isolat B9, B10 dan B11 dilakukan karakterisasi meliputi karakter biokimia untuk mengetahui genus dari isolat bakteri tersebut (Tabel 2).

Tabel 2. Karakteristik isolat selulolitik B9, B10 dan B11 berdasarkan hasil uji biokimia.

No.	Karakter	Kode Isolat		
		B9	B10	B11
1.	TSIA	K/A	K/A	K/A
2.	GAS	+	+	+
3.	H ₂ S	-	-	-
4.	Katalase	+	+	+
5.	Oksidase	-	+	-
6.	O/F	F	F	F

No.	Karakter	Kode Isolat		
		B9	B10	B11
7.	Glukosa	+	+	+
8.	Laktosa	-	-	-
9.	Sukrosa	+	+	+
10.	Maltosa	+	+	+
11.	Salicin	+	-	-
12.	Inositol	-	-	-
13.	Sorbitol	+	+	+
14.	Arabinosa	+	+	+
15.	Trehalosa	-	+	+
16.	Xylosa	+	+	+
17.	Dulsitol	-	-	-
18.	Gelatin	+	+	+
19.	Motilitas	+	+	-
20.	Indol	-	-	-
21.	Simmoncitate	+	+	-
22.	Urea	+	+	+
23.	Metil Red (MR)	+	+	+
24.	Voges Proskauer (VP)	-	+	+
25.	Arginin dihidrolase	+	+	+
26.	Lysine decarboxylase	-	-	+
27.	Ornitin decarboxylase	+	+	+
Genus		<i>Bacillus subtilis</i> (92,5%)	<i>Listeria sp.</i> (85,1%)	<i>Bacillus pumilus</i> (88,8%)

Ket: (+): positif; (-): negatif; A: asam; F: fermentatif; G: gas; K: alkali; O: oksidatif

Isolat bakteri murni yang sudah dikarakterisasi secara morfologi selanjutnya dilakukan uji aktifitas selulolitik dengan cara menumbuhkan isolat pada media *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) Agar sebanyak tiga kali pengulangan.

Berdasarkan hasil uji selulolitik diperoleh tiga isolat bakteri yang mampu mendegradasi selulosa yaitu isolat B9, B10 dan B11 (Gambar 1). Hasil perhitungan indeks selulolitik dari isolat B9, B10 dan B11 secara berurutan adalah 0,87, 0,63, dan 0,50 yang menunjukkan bahwa bakteri tersebut memiliki nilai indeks selulolitik rendah (indeks < 1). Data tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

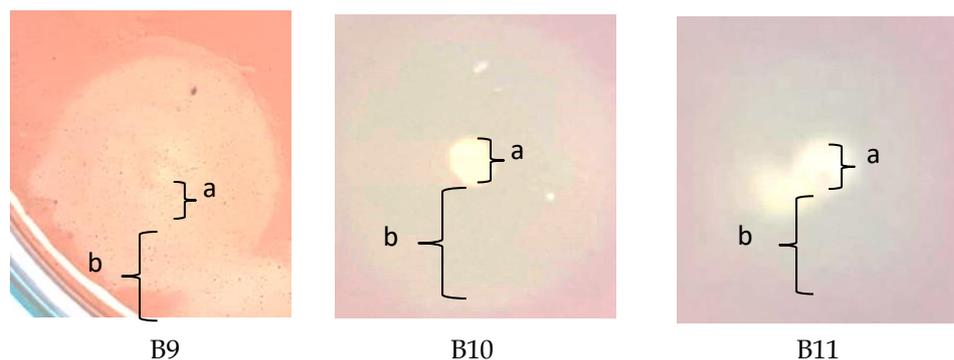
PEMBAHASAN

Pada penelitian sebelumnya oleh Ratnasari (2019) menyatakan bahwa habitat alami dari bakteri selulolitik adalah substrat dengan kadar selulosa yang tinggi sehingga eceng gondok, tongkol jagung, dan bekatul dimanfaatkan sebagai bahan baku fermentasi. Kadar selulosa yang tinggi dari bahan baku pakan fermentasi campuran ketiga bahan tersebut memungkinkan bakteri selulolitik mampu tumbuh dan berkembang dengan menghasilkan enzim yang mampu mendegradasi selulosa (Arsyad, 2018).

Pada fermentasi pakan berbahan baku campuran dari eceng gondok, tongkol jagung, dan bekatul padi ditemukan 12 isolat bakteri yang memiliki karakter morfologi yang berbeda, isolat tersebut yaitu B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, dan B12. Dua belas isolat tersebut diseleksi kemampuannya dalam menghidrolisis selulosa dan ditemukan tiga isolat yang berpotensi memiliki kemampuan selulolitik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Menurut Sutari (2020) apabila suatu mikroorganisme mampu memutus ikatan β -1,4 glikosidik pada media CMC maka mikroorganisme tersebut akan membentuk zona bening. Pewarna Congo Red yang merupakan *benzidinediazo-bis-1 naphthylamine-4* akan bereaksi kuat pada polisakarida yang memiliki ikatan β -1,4 glikosidik sehingga media yang tidak terputus ikatan β -1,4 glikosidik akan tetap berwarna merah (Murtiyaningsih dkk., 2017), sedangkan media yang ikatan β -1,4 glikosidiknya sudah putus, tidak terwarnai dan menampilkan zona bening. Berdasarkan hasil uji kualitatif selulolitik dari 12 isolat terdapat 3 isolat (B9, B10 dan B11) yang mampu menghasilkan zona bening pada media *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) Agar. Zona bening muncul karena isolat bakteri B9, B10 dan B11 memanfaatkan selulosa sebagai satu-satunya sumber karbon dengan menghasilkan enzim ekstraselular yang mampu melangsungkan perubahan selulase menjadi monomernya dengan memutus ikatan β -1,4 glikosidik pada media CMC (Arsyad, 2018).

Berdasarkan hasil analisis data dari zona bening yang terbentuk, isolat B9, B10 dan B11 secara kualitatif memiliki kemampuan hidrolisis selulosa yang kecil. Penelitian sebelumnya oleh Sutari (2020) menyebutkan bahwa indeks selulolitik dikategorikan besar apabila lebih dari 2 dan dikategorikan kecil apabila kurang dari 1. Isolat B9, B10 dan B11 merupakan bakteri dengan indeks selulolitik yang tergolong kecil karena masing-masing isolat menghasilkan nilai indeks selulolitik yang kurang dari 1 yaitu masing-masing 0,87, 0,63, dan 0,50.

Rendahnya aktifitas selulolitik kemungkinan disebabkan karena adanya perbedaan kondisi pertumbuhan bakteri dengan kondisi alami dari substrat bakteri seperti suhu, pH, dan kelembapan (Sari, 2012). Beberapa jenis bakteri selulolitik seperti *Bacillus* akan memiliki aktifitas mendegradasi selulosa optimum pada pH rendah yaitu 5 walaupun bakteri akan tetap mampu menghasilkan selulase pada rentang pH 4,6 - 9 (Putri, 2018). Meryandini dkk., (2009) dalam penelitiannya menyatakan bahwa beberapa jenis bakteri akan menghasilkan selulase terbaik ketika berada pada pH basa yakni diatas 8.



Gambar 3. Zona bening pada media CMC Agar setelah pewarnaan a. Diameter koloni; b. Diameter zona bening.

Ketiga isolat bakteri selulolitik tersebut kemudian dikarakterisasi yang kemudian dilakukan identifikasi untuk menduga genus bakteri menggunakan *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (Holt et al., 1994), dan *Cowan and Steel's Manual for the Identification of Medical Bacteria* (Barrow & Feltham, 1993). Hasil karakterisasi dan identifikasi menunjukkan bahwa ketiga isolat diduga memiliki kemiripan dengan anggota dari genus *Bacillus subtilis* (92,5%), *Listeria sp.* (85,1%), dan spesies *Bacillus pumilus* (88,8%). Isolat B9 yang ditemukan diisolasi dari pakan yang difermentasi pada suhu ruang 28oC - 32oC, memiliki karakter berupa gram positif dengan hasil uji motilitas positif. Hasil ini senada dengan penelitian yang dikemukakan oleh Mulysari dkk., dalam Kurniawan (2017) bahwa genus bakteri *Bacillus subtilis* diketahui merupakan bakteri yang mampu mendegradasikan selulosa dan juga ditemukan pada pencernaan hewan dengan karakteristik bakteri antara lain gram positif, motil, katalase positif dan mampu hidup dalam suhu rentang 25oC - 45oC.

Selanjutnya dari hasil uji karakterisasi, isolat B10 diduga merupakan jenis bakteri selulolitik yang tergolong genus *Listeria*, hal tersebut memiliki kesamaan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rafdinal (2017) bahwa bakteri *Listeria* memiliki morfologi circular, flat, undulate, dan berwarna putih serta memiliki kemampuan selulolitik dengan kategori indeks selulolitik yang rendah. Selain itu Sirisena dan Manamendra (1995) juga berhasil menemukan dua bakteri yang mampu mendegradasi selulosa, salah satunya merupakan bakteri *Listeria sp.*

Sementara itu, isolat B11 merupakan bakteri selulolitik yang diduga memiliki kemiripan dengan anggota *Bacillus pumilus*. *Bacillus pumilus* diketahui termasuk gram positif dengan karakternya yaitu bersifat non motil (Kurniawan 2018). Hal ini diperkuat dengan Nik Shawn et al., (2010) yang melakukan penelitian dengan mengisolasi bakteri penghasil selulosa dari mangrove di beberapa daerah di Philipina dan ditemukan salah satu strain bakterinya merupakan *Bacillus pumilus*. Selain itu Bailon-Salas et al., (2018) menemukan adanya bakteri *Bacillus pumilus* pada air limbah dari pabrik pembuatan kertas yang dibuktikan melalui identifikasi dari hasil sekuen 16S rDNA.

S IMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dari 12 isolat yang diperoleh pada pakan fermentasi campuran berbahan baku eceng gondok, tongkol jagung, dan

bekatul diketahui bahwa terdapat 3 isolat yang mampu mendegradasi selulosa. Masing-masing isolat B9, B10 dan B11 memiliki nilai indeks selulolitik sebesar 0,87, 0,63, dan 0,50 dengan kategori indeks selulolitik yang rendah yaitu kurang dari 1. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa dengan menggunakan buku identifikasi *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (Holt et al., 1994), dan *Cowan and Steel's Manual for the Identification of Medical Bacteria* (Barrow & Feltham, 1993) isolat B9, B10, dan B11 memiliki dugaan kedekatan masing-masing dengan genus *Bacillus subtilis* (92,5%), *Listeria sp.* (85,1%), dan spesies *Bacillus pumilus* (88,8%).

DAFTAR PUSTAKA

- Abulude FO, Ogunkoya MO, Ogunleye RF, Emidun O and Abulude AI, 2007. Assessment of The Content of Pb, Cd, Ni and Cr in Soaps and Detergents from Akure, Nigeria. *Research Journal of Environmental Toxicology Vol 1 (2): 102-104.*
- Ahmad AA., Yang C, Zhang J, Kalwar, Q, Liang Z, Li C, Ding X, 2020. Effects of Dietary Energy Levels On Rumen Fermentation, *Microbial Diversity, and Feed Efficiency of Yaks (Bos grunniens)*. *Frontiers in microbiology, 11, 625.*
- Angreni NPW, Arthana IW, dan Suryaningtyas, EW, 2020. Identifikasi Bakteri Patogen Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Danau Batur, Bali. *Current Trends in Aquatic Science, 1(1), 98-105.*
- Arsyad S, Wiyono S, dan Herliyana, EN, 2018. Skrining Bakteri Selulolitik Asal Saluran Pencernaan Rayap Untuk Mendekomposisi Tunggul Karet, *Jurnal Silvikultur Tropika, 9(3), 217-222.*
- Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat, 2018. Statistik Perusahaan Peternakan Ternak Besar dan Ternak Kecil 2018. Jakarta Pusat: Badan Pusat Statistik.
- Bailon-Salas AM, Ordaz-Díaz, LA, Valle-Cervantes S, López-Miranda J, Urtiz-Estrada N, Páez-Lerma, JB, and Rojas-Contreras JA, 2018. Characterization of Culturable Bacteria from Pulp and Paper Industry Wastewater, with the Potential For Degradation of Cellulose, Starch, and Lipids. *BioResources, 13(3), 5052-5064.*
- Barrow GI, and Feltham RKA, 1993. *Cowan and steel's manual for identification of medical bacteria, third edition, Cambridge University Press.*
- Fitrihidajati H., Ratnasari E, Isnawati, Soeparno G, 2015. Kualitas Hasil Fermentasi Pada Pembuatan Pakan Ternak Ruminansia Berbahan Baku Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*). *Biosaintifika: Journal Of Biology & Biology Education, 7(1), 62-67.*
- Giyanto G, dan Nurmansyah A, 2021. Keefektifan Bakteri Asal Lahan Gambut sebagai Agens Pengendalian Penyakit Kresek dan Pupuk Hayati pada Tanaman Padi. *Jurnal Fitopatologi Indonesia, 17(2), 67-75.*
- Hartati S, Marsono Y, Suparmo S, dan Santoso U, 2015. Komposisi Kimia Serta Aktivitas Antioksidan Ekstrak Hidrofilik Bekatul Beberapa Varietas Padi. *Agritech, 35(1), 35-42.*
- Holt JG, Krieg NR, Sneath PHA, Staley JT and Williams ST, 1994. *Bergeys manual of determinative bacteriology, ninth edition, Lippincott Williams dan Wilkins, USA*
- Julaika S, Ikrimah L, dan Normadini BH, 2019. Penggunaan Gelombang Mikro Pada Pembuatan Minyak Bekatul Padi dengan Pelarut Etanol. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan, 1(1), 119-124.*
- Khulud LJ, Febrianti D, Prasetyono E, Robin R, dan Kurniawan A, 2020. Eksplorasi, Seleksi dan Identifikasi Kandidat Bakteri Selulolitik Asal Ekosistem Mangrove Sungailiat, Pulau Bangka. *Jurnal Sains Dasar, 9(1), 23-29.*
- Kurniawan A, Prihanto, AA, Puspitasari S, Kurniawan A, Asriani E, and Sambah AB, 2018. Cellulolytic Bacteria Mangrove Leaf Litter In Bangka Island. *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan, 9(1), 06-11.*
- Meryandini A, Widosari W, Maranatha B, Sunarti TC, Rachmania N, dan Satria H, 2010. Isolasi Bakteri Selulolitik dan Karakterisasi Enzimnya. *Makara Journal Of Science. 13(1), 33-38.*
- Heptarina D, dan Mulyasari M, 2015. Studi Aplikasi Bakteri Selulolitik *Bacillus subtilis* Ts2b Untuk Meningkatkan Kualitas Bahan Baku Daun Singkong Berdasarkan Uji Glukosa dan Protein Terlarut. *In Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. 551-556.*
- Murtiyaningsih H, dan Hazmi M, 2017. Isolasi dan Uji Aktivitas Enzim Selulase Pada Bakteri Selulolitik Asal Tanah Sampah. *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science), 15(2), 293-308.*
- Nababan M, Gunam, IBW, dan Wijaya, IMM. 2019. Produksi Enzim Selulase Kasar Dari Bakteri Selulolitik. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri, 7(2), 190-199.*
- Nisa ZK, Ayuningsih B, & Susilawati I, 2020. Pengaruh Penggunaan Dedak Fermentasi Terhadap Kadar Lignin dan Selulosa Silase Rumpun Gajah (*Pennisetum purpureum*). *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan, 2(3), 145-155.*
- Putri RAC, dan Wardani AK, 2018. Isolasi Dan Karakterisasi Parsial Enzim Selulase Bakteri Selulolitik Hasil Isolasi Dari Limbah Padat Tapioka (Onggok). *Agroindustrial Technology Journal, 2(2), 98-106.*
- Polko JK, and Kieber JJ, 2019. The Regulation of Cellulose Biosynthesis In Plants. *The Plant Cell, 31(2), 282-296.*
- Rafdinal, Rudiansyah DR, 2017. Eksplorasi Bakteri Selulolitik Dari Tanah Hutan Mangrove Peniti, Kecamatan Segedong, Kabupaten Mempawah. *Protobiont, 6(3), 255-262.*

- Hattakum C, Kanjanapruthipong J, Nakthong S, Wongchawalit J, Piamya P, and Sawanon S, 2019. Pineapple Stem By-Product As A Feed Source For Growth Performance, Ruminant Fermentation, Carcass and Meat Quality of Holstein Steers. *South African Journal of Animal Science*, 49(1), 147-155.
- Supartini N, Fitasari E, 2011. Penggunaan Bekatul Fermentasi *Aspergillus niger* dalam Pakan Terhadap Karakteristik Organ dalam Ayam Pedaging. *Buana Sains*. 11(2): 127-129.
- Widaningsih N, Dharmawati S, dan Puspitasari N, 2018. Kandungan Protein Kasar dan Serat Kasar Tongkol Jagung yang Difermentasi dengan Menggunakan Tingkat Cairan Rumen Kerbau yang Berbeda. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 43(3), 255-265.
- Yosmaniar Y, Novita H, dan Setiadi E, 2018. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Nitrifikasi dan Denitrifikasi Sebagai Kandidat Probiotik. *Jurnal Riset Akuakultur*, 12(4), 369-378.

Available Online: 30 November 2021

Published: 31 Januari 2022

Authors:

Andre Putra Raharjo, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Gedung C3 Lt.2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail: andreraharjo1@gmail.com

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

How to cite this article:

Raharjo AP, Isnawati, 2022. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Selulolitik pada Pakan Fermentasi Eceng Gondok, Tongkol Jagung, dan Bekatul Padi. *LenteraBio*; 11(1): 44-51