Jurnal Biologi Tropis

Original Research Paper

Isolation and Screening of Indigenous Bacteria from Various *Syzygium* spp. Fruits for Cellulose-Proaducing and Acetic Acid-Producing Activities

Indra Adi Wira Prasetya[1*], Setyo Dwi Santoso[2], Siti Nur Husnul Yusmiati[2], Rizka Kusuma Ningrum[1]

[1]Mikrobiologi, Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo, Indonesia;

[2]Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo, Indonesia;

Article History

Received : October 29th, 2026

Revised : November 13th, 2026

Accepted : November 17th, 2026

*Corresponding Author: **Indra Adi Wira Prasetya**, Jurusan Mikrobiologi, Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo, Indonesia;

Email: indra_adi@dosen.umaha.ac.id

Abstract: Acetic acid bacteria (AAB) have potential applications in producing acetic acid and bacterial cellulose (BC). Syzygium fruits may serve as sources of indigenous AAB, although their functional potential remains underexplored. This study aimed to isolate indigenous AAB from Syzygium fruits and evaluate their potential for cellulose production. Four species, namely *S. aqueum*, *S. samarangense*, *S. malaccense*, and *S. cumini*, were collected from several locations in East Java, Indonesia. Bacterial isolation was performed using the pour plate method on glucose yeast extract agar (GYEA) supplemented with $CaCO_3$. Isolates were purified, morphologically characterized, and screened for acidification activity based on clear zone formation. Cellulose production potential was evaluated in Hestrin–Schramm (HS) broth under static incubation at 30 °C for seven days. A total of 28 isolates were obtained, of which 12 were considered potential AAB. Ten isolates produced clear zones, with JU3 exhibiting the highest acidification activity (12.95 mm). Isolate JD2 formed a thin, fragile pellicle on the HS broth surface, provisionally indicating bacterial cellulose production. These findings suggest that Syzygium fruits are potential sources of indigenous acid-producing bacteria, while JD2 warrants further investigation. Chemical characterization and molecular identification are required to confirm cellulose production and determine the isolate's identity.

Keywords: Acetic acid bacteria; Bacterial cellulose; *Syzygium*.

Pendahuluan

Pemanfaatan mikroorganisme sebagai agen bioproduksi semakin berkembang seiring dengan meningkatnya kebutuhan terhadap bahan organik dan biopolimer untuk berbagai aplikasi industri. Bakteri diketahui dapat menjalankan peran sebagai penghasil bahan-bahan organik dan biopolimer penting bagi segala bidang produksi (Anguluri et al., 2022) . Bakteri banyak dimanfaatkan sebagai produsen karena kecepatan tumbuh dan metabolisme, sehingga produk dapat dihasilkan lebih cepat (Swingler et al., 2021). Bakteri asam asetat (*Acetic acid bacteria*/AAB) merupakan jenis bakteri yang mampu menghasilkan asam asetat. Sebagian AAB juga diketahui memiliki kemampuan untuk memproduksi biopolimer yang banyak dimanfaatkan sebagai produk industri (Lynch et al., 2019; Reis et al., 2019). Biopolimer penting yang dapat diproduksi oleh sebagian AAB adalah selulosa yang banyak dimanfaatkan baik dalam industri pangan maupun kesehatan (Tallei et al., 2022).

Kemampuan AAB dalam menghasilkan berbagai produk metabolit berkaitan dengan aktivitas oksidasinya terhadap senyawa seperti etanol yang dapat dikonversi menjadi asam asetat (Lynch et al., 2019; Qiu et al., 2021). Beberapa anggota AAB juga memiliki potensi untuk menghasilkan selulosa (*bacterial*

This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

© 2026 The Author(s). This article is open access

cellulose/BC). BC merupakan biopolymer alami yang menarik untuk dikembangkan sebagai alternatif selulosa yang diproduksi tumbuhan. BC memiliki keunggulan pada kristalinitas dan karakter hidrofilisitas tinggi, serta dapat diproduksi melalui proses fermentasi yang terkontrol (Anguluri et al., 2022; Ul-islam et al., 2019). Berbeda dengan selulosa tumbuhan yang berasosiasi dengan komponen lain seperti lignin, hemiselulosa, dan pektin, selulosa bakteri relatif lebih murni sehingga memiliki potensi pemanfaatan yang luas dalam berbagai bidang industri (Masek & Kosmalska, 2022; Mishra et al., 2022; Naomi et al., 2020).

Beberapa genus bakteri telah dilaporkan memiliki kemampuan menghasilkan selulosa, antara lain *Gluconacetobacter*, *Komagataeibacter*, dan *Acetobacter* (Singhania et al., 2021; Sozcu et al., 2025) . Genus-genus tersebut termasuk dalam kelompok AAB. Selain AAB, beberapa genus bakteri non-AAB juga telah dilaporkan mampu menghasilkan selulosa, antara lain *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Alcaligenes*, *Pseudomonas*, *Lactobacillus*, dan *Dickeya*. Bakteri penghasil selulosa umumnya ditemukan pada buah-buahan, bunga, serta berbagai produk pangan fermentasi (Gomes et al., 2021; Kaur et al., 2024; Khan et al., 2019; Kim et al., 2023).

Bakteri AAB yang berpotensi menghasilkan BC umumnya ditemukan pada lingkungan yang mengandung nutrisi berupa gula terlarut. Gula dapat dimanfaatkan sebagai sumber karbon bagi metabolisme primer bakteri. Bakteri selulosa juga dapat memanfaatkan gula berupa glukosa, isomernya, atau prekursornya untuk membentuk selulosa melalui beberapa tahapan, yaitu fosforilasi glukosa menjadi glukosa-6-fosfat, konversi glukosa-6-fosfat menjadi glukosa-1-fosfat oleh enzim fosfoglukomutase, serta pembentukan UDP-glukosa sebagai prekursor dalam biosintesis selulosa (Wang et al., 2018). Buah-buahan merupakan salah satu sumber potensial keberadaan bakteri penghasil selulosa karena kandungan gula alaminya dapat menyediakan sumber karbon yang mendukung pertumbuhan dan aktivitas metabolisme bakteri. Penelitian sebelumnya telah melaporkan isolasi bakteri penghasil selulosa dari berbagai buah tropis, antara lain nanas, lemon, anggur, jeruk, manggis, pepaya, pisang, mangga, dan semangka. Beberapa genus bakteri yang dilaporkan mampu menghasilkan selulosa dari buah-buahan tersebut meliputi *Gluconacetobacter*, *Bacillus*, *Sarcina*, *Enterobacter*, *Bacterium*, dan *Burkholderia* (Awang et al., 2018; Kariukinjenga, 2019). Bakteri penghasil selulosa juga telah dilaporkan ditemukan pada kulit buah serta berbagai jenis buah yang mengalami pembusukan atau kerusakan(Muhammad et al., 2024; Zhao et al., 2025) .

Syzygium merupakan salah satu genus buah tropis yang berpotensi sebagai sumber bakteri indigenous karena karakteristik buahnya yang mengandung berbagai nutrisi, termasuk gula terlarut. Tersedianya gula akan menjadi sumber karbon bagi pertumbuhan dan aktivitas metabolisme bakteri yang berasosiasi dengan buah (Banadka et al., 2022). Beberapa penelitian telah melaporkan bahwa buah *Syzygium* memiliki kandungan gula yang beragam, di antaranya *S. malaccense* memiliki kandungan gula sebesar 64,98 ± 3,69% (Batista et al., 2017), *S. cumini* mengandung glukosa sebesar 5,03 g/100 g dan fruktosa 6,20 g/100 g (Nascimento-Silva et al., 2022), *S. samarangense* mengandung rata-rata gula 11,49 g/100 g (Chen et al., 2022) , sementara *S. aqueum* mengandung 5,43 ± 0,08 total gula dari hasil uji proksimat (Punithavathi et al., 2025). Variasi ini menjadikan buah *Syzygium* menarik untuk dieksplorasi sebagai sumber bakteri indigenus yang berpotensi menunjukkan aktivitas pengasaman ataupun menghasilkan selulosa.

Potensi mikrobiologi buah *Syzygium* juga telah didukung oleh beberapa laporan mengenai keberadaan bakteri yang berasosiasi dengan buah tersebut. Pada *S. aqueum*, telah dilaporkan keberadaan bakteri endofit dengan aktivitas enzimatik, salah satunya berasal dari genus *Pseudomonas*, yang beberapa anggotanya diketahui memiliki potensi menghasilkan selulosa (Prasetya et al., 2025). Sementara itu, bakteri dari genus *Bacillus* juga telah dilaporkan ditemukan pada *S. cumini*, meskipun potensi isolat tersebut dalam menghasilkan selulosa belum diketahui (Indrawati et al., 2021).

Syzygium merupakan genus yang beberapa di antaranya dapat menghasilkan buah dan telah

dibudidayakan di Indonesia. Adapun beberapa jenis buah yang banyak ditemukan di antaranya *S. aqueum*, *S. samarangense*, *S. malaccense,* dan *S. cumini* (Aprillia et al., 2021). Informasi mengenai potensi buah *Syzygium* sebagai sumber bakteri penghasil asam dan selulosa masih relatif terbatas. Penelitian terdahulu lebih banyak menyoroti keberadaan bakteri endofit, sedangkan eksplorasi bakteri indigenous yang berasosiasi dengan keseluruhan bagian buah, baik permukaan maupun bagian internal, serta pengujian potensi fungsionalnya dalam produksi asam asetat dan selulosa masih memerlukan kajian lebih lanjut.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bakteri indigenous yang berasosiasi dengan permukaan dan bagian internal buah dari spesies *Syzygium* yang umum di Indonesia, serta mengevaluasi karakteristik dan potensi fungsional isolat berdasarkan aktivitas produksi asam asetat dan kemampuan menghasilkan *bacterial cellulose* (BC). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai keragaman bakteri indigenus pada buah *Syzygium* serta menjadi dasar dalam pemanfaatan isolat potensial sebagai agen bioproduksi senyawa organik dan biopolimer.

Bahan dan Metode

Tempat dan Waktu Penelitian

Sampel buah terdiri atas empat spesies *Syzygium*, yaitu *S. aqueum*, *S. samarangense*, *S. malaccense*, dan *S. cumini*, yang diperoleh dari wilayah Surabaya, Sidoarjo, Bangkalan, dan Jombang, Jawa Timur, Indonesia. Proses isolasi, karakterisasi, dan skrining bakteri dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo. Seluruh rangkaian penelitian dilaksanakan mulai Bulan April hingga September 2026

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi media *Glucose Yeast Extract Ag*ar (GYEA) yang terdiri atas 3% glukosa, 0,5% ekstrak ragi, 1% $CaCO_3$, 4% etanol, dan 1,5% agar, serta media Hestrin–Schramm (HS) yang terdiri atas 0,2% glukosa, 0,5% pepton, 0,5% ekstrak ragi, 0,27% Na_2HPO_4, 0,12% asam sitrat, 0,2% asam asetat, dan 0,5% etanol. Media *Nutrient Agar* (NA) juga digunakan sebagai media pertumbuhan tambahan. Peralatan yang digunakan meliputi botol kultur vial berukuran 100 mL, tabung reaksi, cawan Petri, dan jangka sorong digital untuk mengukur diameter zona bening dan koloni.

Isolasi bakteri AAB dari *Syzygium* spp.

Proses isolasi memerlukan 10 g sampel buah yang kemudian diblender ke dalam 90 ml pelarut steril. Isolasi dilakukan dengan pengenceran dan pengulangan dua kali terhadap hasil pengenceran, lalu dilakukan *pour plate* sebanyak 1 mL dari setiap tingkat pengenceran pada media GYEA yang ditambahkan nistatin dan $CaCO_3$. Cawan yang telah diinokulasi diinkubasi pada suhu 30 °C selama 2–3 hari. Koloni bakteri yang menunjukkan terbentuknya zona bening di sekitarnya dianggap memiliki kemampuan mendegradasi $CaCO_3$ dan secara presumtif diklasifikasikan sebagai bakteri asam asetat (AAB) atau bakteri yang memiliki aktivitas pengasaman(Kim et al., 2023).

Seluruh isolat dikarakterisasi berdasarkan morfologi koloni, kemudian dimurnikan melalui metode streaking berulang pada media GYEA baru tanpa $CaCO_3$ hingga diperoleh koloni murni. Isolat murni selanjutnya dikarakterisasi berdasarkan morfologi sel dan dipelihara pada media *Nutrient Agar* (NA) yang ditambahkan 1% glukosa.

Skrining aktivitas asam asetat bakteri

Setiap isolat diinokulasikan pada media GYEA menggunakan metode *spot inoculation*, kemudian diinkubasi pada suhu 30 °C selama 3 hari. Skrining potensi AAB dilakukan dengan mengukur total diameter zona dan diameter koloni bakteri pada dua arah yang saling tegak lurus. Lebar zona bening merupakan selisih antara diameter total zona bening dengan diameter koloni. Pengukuran zona bening dilakukan pada hari ketiga setelah inkubasi menggunakan jangka sorong digital. Adapun rumus perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$CZ = \frac{TD_1 + TD_2}{2} - \frac{CS_1 + CS_2}{2}$$

TD_1 dan TD_2 masing-masing menunjukkan diameter total zona bening dan koloni, sedangkan CS_1 dan CS_2 menunjukkan diameter koloni yang diukur pada dua arah yang saling tegak lurus.

Skrining bakteri penghasil selulosa

Skrining bakteri penghasil selulosa dilakukan dengan menginokulasikan setiap isolat ke dalam 10 mL media *Glucose Yeast* (GY) *broth* yang dibuat dari media GYEA tanpa agar dan $CaCO_3$. Sebanyak satu ose penuh dari setiap isolat dipindahkan ke dalam media tersebut, kemudian diinkubasi pada suhu 30 °C selama 24 jam. Selanjutnya, sebanyak 1% (v/v) kultur hasil inkubasi diinokulasikan ke dalam 25 mL media Hestrin–Schramm (HS) *broth*. Botol kultur kemudian diinkubasi secara statis pada suhu 30 °C selama 7 hari. Pembentukan pelikel diamati setiap hari mulai hari ketiga hingga hari ketujuh inkubasi (Al-Deresawi et al., 2023; Costa et al., 2017) . Data hasil isolasi dan skrining disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian dideskripsikan berdasarkan karakteristik yang dapat diamati serta temuan yang diperoleh selama proses isolasi dan skrining.

Analisis Data

Data hasil isolasi, karakterisasi morfologi, pengukuran zona bening, dan pengamatan pembentukan pelikel disajikan secara deskriptif dalam bentuk tabel dan gambar. Hasil dianalisis berdasarkan jumlah isolat, karakteristik morfologi, ukuran zona bening, serta keberadaan dan karakteristik pelikel yang terbentuk selama inkubasi.

Hasil dan Pembahasan

Isolasi Bakteri

Isolasi bakteri indigenous dari empat jenis buah *Syzygium*, yaitu *S. aqueum, S. samarangense, S. malaccense,* dan *S. cumini* dari hasil pengenceran dan pengulangan diamati secara morfologi koloni dan menghasilkan total 28 isolat dengan karakteristik morfologi koloni yang beragam (Tabel 1). Bentuk koloni didominasi oleh bentuk bulat (67,9%), sedangkan sebagian besar isolat memiliki tepian koloni rata (entire) (82,1%). Variasi juga ditemukan pada permukaan, elevasi, dan karakteristik optik koloni. Isolat menunjukkan variasi warna koloni, meliputi putih, putih susu, keabu-abuan, kekuningan, dan kuning.

Pertumbuhan isolat pada media GYEA-$CaCO_3$ menunjukkan bahwa 12 isolat menghasilkan zona bening di sekitar koloni yang mengindikasikan adanya aktivitas pengasaman. Isolat tersebut selanjutnya dimurnikan dan dikarakterisasi berdasarkan reaksi Gram serta morfologi sel (Tabel 2). Isolat terdiri atas proporsi yang sama antara bakteri Gram positif dan Gram negatif, masing-masing sebesar 50,0%. Sel berbentuk batang mendominasi (83,3%), terutama berupa batang pendek, sedangkan sel berbentuk kokus ditemukan sebesar 16,7% dari keseluruhan isolat.

Skrining AAB dan Bakteri Penghasil Selulosa

Sebanyak 12 isolat yang menghasilkan zona bening pada skrining awal dipertahankan untuk dilakukan skrining lanjutan menggunakan media GYEA dengan metode spot inoculation. Isolat yang kembali menghasilkan zona bening selanjutnya diuji pada media cair Hestrin–Schramm (HS) untuk mengevaluasi potensinya dalam menghasilkan selulosa bakteri. Dari 12 isolat yang diuji pada media padat GYEA, dua isolat, yaitu JI7 dan JD1, tidak menghasilkan zona bening sehingga tidak dilanjutkan ke tahap skrining pada media cair HS. Di antara isolat yang menghasilkan zona bening, JU3 menunjukkan diameter zona bening terbesar. Hasil pengukuran diameter zona bening disajikan pada Tabel 3.

Tabel 1. Karakteristik Morfologi Koloni Isolat Bakteri yang Diperoleh dari Berbagai Buah *Syzygium* spp

Isolat *S. aqueum*	Bentuk	Tepian	Permukaan	Elevasi	Warna	Optis	Zona
JI1	*Irregular*	*Entire*	*Rough*	*Flat*	*Yellowish White*	*Transluscent*	+
JI2	*Circular*	*Entire*	*Glistening*	*Convex*	*Yellowish White*	*Opaque*	+
JI3	*Circular*	*Entire*	*Glistening*	*Convex*	*Yellowish White*	*Opaque*	-
JI4	*Circular*	*Entire*	*Smooth*	*Raised*	*White*	*Opaque*	+
JI5	*Spindle*	*Entire*	*Smooth*	*Flat*	*White*	*Opaque*	-
JI6	*Irregular*	*Lobatus*	*Smooth*	*Raised*	*Yellow*	*Opaque*	+
JI7	*Irregular*	*Entire*	*Rough*	*Flat*	*White*	*Transluscent*	+
JI8	*Circular*	*Entire*	*Rough*	*Raised*	*Thick White*	*Opaque*	-

Isolat	Bentuk	Tepian	Permukaan	Elevasi	Warna	Optis	Zona
S. aqueum							
JA1	*Circular*	*Entire*	*Smooth*	*Flat*	*White*	*Transluscent*	+
JA2	*Circular*	*Erose*	*Rough*	*Raised*	*Milky White*	*Opaque*	-
JA3	*Circular*	*Entire*	*Glistening*	*Convex*	*Grayish White*	*Opaque*	-
JA4	*Spindle*	*Entire*	*Smooth*	*Flat*	*White*	*Opaque*	-
S. samarangense							
JM1	*Irregular*	*Erose*	*Smooth*	*Raised*	*Thick White*	*Transluscent*	+
JM2	*Circular*	*Entire*	*Smooth*	*Raised*	*White*	*Transluscent*	+
JM3	*Spindle*	*Entire*	*Smooth*	*Flat*	*White*	*Opaque*	-
JM4	*Circular*	*Entire*	*Glistening*	*Convex*	*White*	*Opaque*	-
JM5	*Circular*	*Entire*	*Glistening*	*Convex*	*Yellowish White*	*Opaque*	-
JM6	*Irregular*	*Entire*	*Smooth*	*Convex*	-	*Transparant*	-
S. malaccense							
JD1	*Circular*	*Entire*	*Glistening*	*Flat*	*White*	*Opaque*	+
JD2	*Circular*	*Erose*	*Smooth*	*Flat*	*White*	*Transluscent*	+
JD3	*Circular*	*Entire*	*Glistening*	*Convex*	*White*	*Opaque*	-
JD4	*Spindle*	*Entire*	*Smooth*	*Flat*	*White*	*Opaque*	-
JD5	*Circular*	*Entire*	*Smooth*	*Flat*	*White*	*Transluscent*	-
S. cumini							
JU1	*Circular*	*Entire*	*Rough*	*Raised*	*Grayish White*	*Opaque*	-
JU2	*Circular*	*Entire*	*Smooth*	*Raised*	*Milky White*	*Opaque*	+
JU3	*Circular*	*Entire*	*Glistening*	*Flat*	*Yellowish White*	*Transluscent*	+
JU4	*Circular*	*Entire*	*Glistening*	*Flat*	*Grayish White*	*Transluscent*	-
JU5	*Circular*	*Punctiform*	*Smooth*	*Raised*	*White*	*Opaque*	-

Tabel 2. Karakteristik Morfologi Sel Isolat Potensial Hasil Skrining Awal

	JI1	JI2	JI4	JI6	JI7	JM1	JM2	JA1	JD1	JD2	JU2	JU3
Gram	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+
Cell Form	*Short bacilli*	*Short bacilli*	*Coccus*	*Bacilli*	*Short bacilli*	*Short bacilli*	*Coccus*	*Short bacilli*	*Short bacilli*	*Bacilli*	*Short bacilli*	*Short bacilli*

Tabel 3. Diameter Zona Bening Isolat AAB dari *Syzygium* sp

Isolat	JI1	JI2	JI4	JI6	JI7	JM1	JM2	JA1	JD1	JD2	JU2	JU3
Clear zone(mm)	2.26	0.58	0.85	0.26	-	1.61	0.17	3.09	-	0.95	7.41	12.95

Skrining pada media HS menunjukkan bahwa hanya satu isolat, yaitu JD2, yang menghasilkan lapisan tipis berwarna putih pada permukaan media, yang secara presumtif diidentifikasi sebagai pelikel selulosa (Gambar 1). Lapisan tersebut tetap sangat tipis dan tidak menunjukkan peningkatan ketebalan yang terlihat selama periode inkubasi hingga 7 hari. Karena strukturnya sangat rapuh dan mudah terdisintegrasi, pelikel tersebut tidak dapat diambil menggunakan pinset. Isolat JD2 dikarakterisasi biokimia, dan hasilnya disajikan pada Tabel 4.



Gambar 1. Pembentukan Pelikel Isolat JD2 pada Media HS

Tabel 4. Karakteristik Biokimia Isolat JD2

Karakter	Hasil
Indol	-
Motility	-
MR	-
VP	-
Citrate utilization	+
Urease	-
Glucose	-
Lactose	-
Sucrose	-
Maltose	-
TSIA	K/K, gas -, H_2S -

K: alcaline

Pembahasan

Isolasi bakteri indigenous pada media GYEA yang ditambahkan $CaCO_3$ dilakukan sebagai tahap skrining awal untuk memperoleh isolat bakteri yang berpotensi memiliki aktivitas pengasaman (Tabel 1). Dari 28 isolat yang diperoleh, sebanyak 12 isolat menunjukkan aktivitas pengasaman yang ditandai dengan terbentuknya zona bening pada media. Kedua belas isolat tersebut juga menunjukkan variasi karakteristik morfologi. Variasi ini dapat dipengaruhi oleh keragaman bakteri yang mampu berasosiasi dengan buah, baik yang terdapat di dalam jaringan buah maupun pada permukaan luarnya. Keberadaan dan komposisi komunitas bakteri pada buah dapat dipengaruhi oleh karakteristik buah, termasuk ketersediaan nutrien, ukuran, biomassa, serta kondisi fisikokimia buah (Escobar Rodríguez et al., 2021; Sui et al., 2021).

Temuan ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang melaporkan tujuh isolat bakteri yang berbeda dari buah jambu air (*S. aqueum*). Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa variasi karakteristik morfologi bakteri dapat berkaitan dengan perbedaan ekspresi gen (Prasetya et al., 2025). Demikian pula, penelitian lain yang mengkaji bakteri yang berasosiasi dengan buah juga melaporkan keragaman bakteri yang cukup tinggi, dengan diperolehnya 56 isolat bakteri dari buah apel dan 66 isolat bakteri dari buah açaí (Abe Sato et al., 2021; Nyamende et al., 2022).

Berdasarkan hasil skrining aktivitas potensial pengasaman pada media GYEA menggunakan metode *spot inoculation*, isolat bakteri yang sebelumnya dianggap berpotensi positif pada tahap isolasi menunjukkan pembentukan zona bening dengan diameter yang bervariasi. Hasil tersebut menjadi pertimbangan dalam memilih isolat yang memiliki potensi paling tinggi untuk dilakukan skrining lebih lanjut. Skrining pada media GYEA dilakukan untuk mengetahui kemampuan isolat bakteri dalam menghasilkan asam. Asam yang dihasilkan oleh bakteri dapat melarutkan kalsium karbonat ($CaCO_3$) yang terdapat dalam media. Kalsium karbonat memiliki kelarutan yang rendah dalam air, tetapi dapat bereaksi dengan asam yang dihasilkan oleh bakteri sehingga membentuk garam kalsium yang larut. Reaksi tersebut menyebabkan terbentuknya zona bening di sekitar koloni bakteri (Dereje et al., 2024; Gomes et al., 2021; Thorat & Dastager, 2018). Hasil ini sejalan dengan penelitian Mizzi et al., (2022) , yang menggunakan media GYEA yang mengandung $CaCO_3$ sebagai uji pendahuluan untuk mendeteksi AAB secara presumtif, yang kemudian dilanjutkan dengan karakterisasi fenotipik. Demikian pula, pada penelitian ini, isolat yang menghasilkan zona bening pada media GYEA dianggap sebagai isolat yang berpotensi sebagai AAB dan selanjutnya dilakukan skrining serta karakterisasi lebih lanjut.

Kemampuan bakteri dalam menghasilkan asam asetat sering dikaitkan dengan produksi selulosa, meskipun tidak semua bakteri asam asetat mampu menghasilkan selulosa. Produksi selulosa juga dipengaruhi oleh keberadaan gen *bcsA, bcsB, bcsC,* dan *bcsD* yang berperan dalam biosintesis selulosa bakteri. Selain itu, produksi selulosa dapat bervariasi bergantung pada tingkat ekspresi gen-gen tersebut pada bakteri yang memiliki klaster gen *cellulose synthase* (Bimmer et al., 2022; Quijano et al., 2024).

Skrining potensi produksi selulosa pada media HS cair menunjukkan bahwa hanya satu isolat yang mampu menghasilkan selulosa. Sebagaimana telah dibahas sebelumnya, hasil positif pada skrining awal tidak selalu menunjukkan bahwa suatu isolat memiliki kemampuan untuk menghasilkan selulosa. Temuan serupa dilaporkan dalam penelitian yang melibatkan 112 isolat bakteri yang diperoleh dari berbagai jenis buah, termasuk jeruk, limau, kiwi, apel, delima, pisang, stroberi, anggur, dan lemon. Dari keseluruhan isolat tersebut, hanya 18 isolat yang mampu menghasilkan selulosa dengan waktu inkubasi yang bervariasi (Al-Deresawi et al., 2023). Demikian pula, dari 22 isolat bakteri yang diperoleh dari nira pohon kurma dan menunjukkan hasil positif pada skrining awal, hanya tiga isolat yang mampu membentuk pelikel selulosa pada skrining lanjutan menggunakan media HS (Sayah et al., 2025).

Isolat bakteri yang mampu menghasilkan

struktur menyerupai pelikel adalah isolat JD2, yang berdasarkan hasil uji biokimia menunjukkan karakteristik sebagai bakteri non-fermentatif (Tabel 4). Temuan ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa beberapa bakteri non-fermentatif, seperti *Pseudomonas*, mampu menghasilkan selulosa, meskipun karakteristik pelikel yang dihasilkan dapat sedikit berbeda dibandingkan dengan pelikel yang dihasilkan oleh bakteri penghasil selulosa yang telah banyak dikenal, seperti *Komagataeibacter* (Biondini et al., 2025). Pelikel yang dihasilkan oleh isolat JD2 memiliki struktur yang sangat tipis, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Penelitian sebelumnya juga melaporkan bahwa pelikel dapat merupakan salah satu bentuk biofilm yang terbentuk pada permukaan media oleh bakteri dan dapat mengandung selulosa sebagai salah satu komponennya. Pelikel selulosa yang dihasilkan oleh *Komagataeibacter hansenii* juga dilaporkan memiliki karakteristik yang rapuh dan mudah mengalami disintegrasi (Bimmer et al., 2022). Pelikel selulosa yang tipis juga telah dilaporkan pada bakteri lain, seperti *Leifsonia soli* dan *Pseudomonas syringae* (Farias et al., 2019; Rastogi et al., 2022).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa bakteri indigenous berhasil diisolasi dari empat jenis buah *Syzygium*, yaitu *S. aqueum, S. samarangense, S. malaccense*, dan *S. cumini*, dengan total 28 isolat. Sepuluh isolat bakteri berpotensi sebagai penghasil asam (AAB), dengan aktivitas tertinggi yaitu JU3 dengan ukuran zona bening 12,95. Salah satu isolat, yaitu JD2, yang menunjukkan karakteristik sebagai bakteri nonfermentatif, memiliki potensi untuk menghasilkan pelikel tipis yang sulit diambil dan mudah hancur di permukaan media yang diduga merupakan selulosa.

Penelitian lanjutan dapat dilakukan dan diarahkan untuk mengonfirmasi aktivitas pembentukan selulosa bakteri. Hal ini dapat dilakukan dengan pengujian melalui pemurnian pelikel menggunakan perlakuan alkali, dilanjutkan dengan pengamatan morfologi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengetahui struktur fibril selulosa. Penelitian lebih lanjut juga diperlukan untuk mengevaluasi kondisi kultivasi yang mendukung pembentukan pelikel serta mengidentifikasi isolat JD2 secara molekuler.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia atas pendanaan penelitian melalui skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) dalam program BIMA 2026. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada Universitas Maarif Hasyim Latif (UMAHA) atas dukungan dan bantuan yang diberikan, termasuk kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini. Dukungan dan bantuan tersebut sangat berarti dalam mendukung keberhasilan penyelesaian penelitian ini.

Referensi

Abe Sato, S. T., Marques, J. M., da Luz de Freitas, A., Sanches Progênio, R. C., Nunes, M. R. T., Mota de Vasconcelos Massafra, J., Gomes Moura, F., & Rogez, H. (2021). Isolation and Genetic Identification of Endophytic Lactic Acid Bacteria From the Amazonian Açai Fruits: Probiotics Features of Selected Strains and Their Potential to Inhibit Pathogens. *Frontiers in Microbiology*, *11*(January), 1–13. https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.610524

Al-Deresawi, T. S., Mohammed, M. K., & Khudhair, S. H. (2023). Isolation, Screening, and Identification of Local Bacterial Isolates Producing Bio-Cellulose. *Journal of Medicinal and Chemical Sciences*, *6*(3), 622–633. https://doi.org/10.26655/JMCHEMSCI.2023.3.19

Anguluri, K., La China, S., Brugnoli, M., Cassanelli, S., & Gullo, M. (2022). Better under stress: Improving bacterial cellulose production by Komagataeibacter xylinus K2G30 (UMCC 2756) using adaptive laboratory evolution. *Frontiers in Microbiology*, *13*. https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.994097

Aprillia, J. Z., Wisanti, W., & Putri, E. K. (2021). Kajian Taksonomi Numerik Tiga Jenis

Syzygium Berdasarkan Karakter Morfologi. *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, *10*(1), 40–50. https://doi.org/10.26740/lenterabio.v10n1.p40-50

Awang, N. A., Amid, A., Maifiah, M. H. M., & Jimat, D. N. (2018). Isolation and identification of bacteria-producing cellulose from tropical fruit for halal capsule application. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, *8*(4–2), 1591–1596. https://doi.org/10.18517/ijaseit.8.4-2.7033

Banadka, A., Wudali, N. S., Al-Khayri, J. M., & Nagella, P. (2022). The role of Syzygium samarangense in nutrition and economy: An overview. In *South African Journal of Botany* (Vol. 145, pp. 481–492). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.03.014

Batista, Â. G., da Silva, J. K., Betim Cazarin, C. B., Biasoto, A. C. T., Sawaya, A. C. H. F., Prado, M. A., & Maróstica Júnior, M. R. (2017). Red-jambo (Syzygium malaccense): Bioactive compounds in fruits and leaves. *LWT*, *76*, 284–291. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.05.013

Bimmer, M., Mientus, M., Klingl, A., Ehrenreich, A., & Liebl, W. (2022). The Roles of the Various Cellulose Biosynthesis Operons in Komagataeibacter hansenii ATCC 23769. *Applied and Environmental Microbiology*, *88*(7), 1–18. https://doi.org/10.1128/aem.02460-21

Biondini, M. C., Di Sessa, M., Vassallo, A., Chiappori, F., Zannotti, M., Mancini, A., Giovannetti, R., & Pucciarelli, S. (2025). Cellulose and Cellulose Synthase in a Marine Pseudomonas Strain from Antarctica: Characterization, Adaptive Implications, and Biotechnological Potential. *Marine Drugs*, *23*(10). https://doi.org/10.3390/md23100410

Chen, C. J., Yan, Y. J., Huang, C. C., Chien, J. T., Chu, C. T., Jang, J. W., Chen, T. C., Lin, S. G., Shih, R. S., & Ou-Yang, M. (2022). Sugariness prediction of Syzygium samarangense using convolutional learning of hyperspectral images. *Scientific Reports*, *12*(1). https://doi.org/10.1038/s41598-022-06679-6

Costa, A. F. S., Almeida, F. C. G., Vinhas, G. M., & Sarubbo, L. A. (2017). Production of Bacterial Cellulose by Gluconacetobacter hansenii Using Corn Steep Liquor As Nutrient Sources. *Frontiers in Microbiology*, *8*(October 2017), 1–12. https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02027

Dereje, G., Masi, C., & Tafesse, M. (2024). Screening of Acetic Acid-Producing Bacteria from Coffee Pulping Process and Their Efficiency in Malt Vinegar Production. *Journal of Chemistry*, *2024*. https://doi.org/10.1155/2024/9931310

Escobar Rodríguez, C., Novak, J., Buchholz, F., Uetz, P., Bragagna, L., Gumze, M., Antonielli, L., & Mitter, B. (2021). The Bacterial Microbiome of the Tomato Fruit Is Highly Dependent on the Cultivation Approach and Correlates With Flavor Chemistry. *Frontiers in Plant Science*, *12*(December), 1–16. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.775722

Farias, G. A., Olmedilla, A., & Gallegos, M. T. (2019). Visualization and characterization of Pseudomonas syringae pv. tomato DC3000 pellicles. *Microbial Biotechnology*, *12*(4), 688–702. https://doi.org/10.1111/1751-7915.13385

Gomes, R. J., Faria-Tischer, P. C. de S., Tischer, C. A., Constantino, L. V., Rosa, M. de F., Chideroli, R. T., Pereira, U. de P., & Spinosa, W. A. (2021). Komagataeibacter intermedius V-05: An Acetic Acid Bacterium Isolated from Vinegar Industry, with High Capacity for Bacterial Cellulose Production in Soybean Molasses Medium. *Food Technology and Biotechnology*, *59*(4), 432–442. https://doi.org/10.17113/FTB.59.04.21.7148

Indrawati, I., Rossiana, N., & Fathurrohim, M. F. (2021). Diversity of endophytic bacteria and microfungi in syzygium cumini fruit from west java, indonesia. *Biodiversitas*, *22*(9), 3943–3948. https://doi.org/10.13057/biodiv/d220941

Kariukinjenga, P. (2019). Isolation , Characterization and Identification ofBiocellulose Producing Strains of Bacteria Isolated from Selected Tropical Fruits. *IOSR Journal Of Pharmacy And*

Biological Sciences, *14*(3), 54–59. https://doi.org/10.9790/3008-1403025459

Kaur, R., Pathak, L., & Vyas, P. (2024). Biobased polymers of plant and microbial origin and their applications - a review. *Biotechnology for Sustainable Materials*, 1–21. https://doi.org/10.1186/s44316-024-00014-x

Khan, H., Kadam, A., & Dutt, D. (2019). Studies on bacterial cellulose produced by a novel strain of Lactobacillus genus. *Carbohydrate Polymers*, (October), 115513. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115513

Kim, S. H., Jeong, W. S., Kim, S. Y., & Yeo, S. H. (2023). Quality and Functional Characterization of Acetic Acid Bacteria Isolated from Farm-Produced Fruit Vinegars. *Fermentation*, *9*(5). https://doi.org/10.3390/fermentation9050447

Lynch, K. M., Zannini, E., Wilkinson, S., Daenen, L., & Arendt, E. K. (2019). *Physiology of Acetic Acid Bacteria and Their Role in Vinegar and Fermented Beverages*. *0*, 1–39. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12440

Masek, A., & Kosmalska, A. (2022). Technological limitations in obtaining and using cellulose biocomposites. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, (August), 1–17. https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.912052

Mishra, S., Singh, P. K., Pattnaik, R., Kumar, S., Ojha, S. K., Srichandan, H., Parhi, P. K., Jyothi, R. K., & Sarangi, P. K. (2022). Biochemistry, Synthesis, and Applications of Bacterial Cellulose: A Review. In *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* (Vol. 10). Frontiers Media S.A. https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.780409

Mizzi, J., Gaggìa, F., Bozzi Cionci, N., Di Gioia, D., & Attard, E. (2022). Selection of Acetic Acid Bacterial Strains and Vinegar Production From Local Maltese Food Sources. *Frontiers in Microbiology*, *13*. https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.897825

Muhammad, H., Alburae, N. A., Salam, M. A., Badshah, M., Khan, T., & Abo-Aba, S. E. M. (2024). Identification of Cellulose Producing Bacterial Strains: An Eco-friendly and Cost-effective Approach. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, *18*(1), 483–499. https://doi.org/10.22207/JPAM.18.1.32

Naomi, R., Idrus, R. B. H., & Fauzi, M. B. (2020). Plant-vs. Bacterial-derived cellulose for wound healing: A review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(18), 1–25. https://doi.org/10.3390/ijerph17186803

Nascimento-Silva, N. R. R., Bastos, R. P., & da Silva, F. A. (2022). Jambolan (Syzygium cumini (L.) Skeels): A review on its nutrients, bioactive compounds and health benefits. *Journal of Food Composition and Analysis*, *109*, 104491. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104491

Nyamende, N. E., Hoff, J. W., van Brede, V., Belay, Z. A., Oyenihi, A. B., & Caleb, O. J. (2022). Isolation and characterization culturable microbes on the surface of 'Granny Smith' apples treated with electrolyzed water during cold storage. *Food Science and Biotechnology*, *31*(12), 1603–1614. https://doi.org/10.1007/s10068-022-01148-2

Prasetya, I. A. W., Suryani, E. M., & Ningrum, R. K. (2025). Isolation and Identification of Endophytic Cellulolytic Bacteria in Syzygium aqueum Fruit. *Jurnal Biota*, *11*(2), 196–206. https://doi.org/10.19109/biota.v11i2.26424

Punithavathi, G., Saravanan, K., Arc, C. D. J. of, Dhanalakshmi, R., Dhanapal, S., & Kiruthiga, N. (2025). Phytochemical Screening and in-vitro Antioxidant Analysis of Syzygium aqueum (Burm. f.) Alston Fruits: An Underutilized Horticultural Plant. *The Journal of Plant Science Research - A UGC Care-Listed Journal*, *41*(1), 1–11. https://doi.org/DOI:10.32381/JPSR

Qiu, X., Zhang, Y., & Hong, H. (2021). Classification of acetic acid bacteria and their acid resistant mechanism. *AMB Express*. https://doi.org/10.1186/s13568-021-01189-6

Quijano, L., Rodrigues, R., Fischer, D., Tovar-Castro, J. D., Payne, A., Navone, L., Hu, Y., Yan, H., Pinmanee, P., Poon, E., Yang, J.,

& Barro, E. (2024). Bacterial cellulose cookbook: A systematic review on sustainable and cost-effective substrates. *Journal of Bioresources and Bioproducts*, *9*(4), 379–409. https://doi.org/10.1016/j.jobab.2024.05.003

Rastogi, A., Sahoo, S., Bandyopadhyay, T. K., Mukherjee, R., & Banerjee, R. (2022). Detailed morphological and kinetic studies of cellulose biosynthesis from Leifsonia soli. *Polymer*, *242*, 124568. https://doi.org/10.1016/j.polymer.2022.124568

Reis, D. T., Pereira, A. K. D. S., Scheidt, G. N., & Pereira, D. H. (2019). Plant and bacterial cellulose: Production, chemical structure, derivatives and applications. *Orbital*, *11*(5), 321–329. https://doi.org/10.17807/orbital.v11i5.1349

Sayah, I., Chakroun, I., Gervasi, C., Barreca, D., Lanteri, G., Iannazzo, D., Celesti, C., Santini, A., Achour, S., & Gervasi, T. (2025). Bioconversion of Date Waste into Bacterial Nanocellulose by a New Isolate Komagataeibacter sp. IS22 and Its Use as Carrier Support for Probiotics Delivery. *Foods*, *14*(16), 1–23. https://doi.org/10.3390/foods14162853

Singhania, R. R., Patel, A. K., Tsai, M., Chen, C., & Di, C. (2021). Genetic modification for enhancing bacterial cellulose production and its applications. *Bioengineered*, *12*(1), 6793–6807. https://doi.org/10.1080/21655979.2021.1968989

Sozcu, S., Frajova, J., & Wiener, J. (2025). Synthesis of Acetobacter xylinum Bacterial Cellulose Aerogels and Their Effect on the Selected Properties. *Gels*, *11*(272), 1–24. https://doi.org/10.3390/gels11040272

Sui, Y., Zhao, Q., Wang, Z., Liu, J., Jiang, M., Yue, J., Lan, J., Liu, J., Liao, Q., Wang, Q., Yang, Q., & Zhang, H. (2021). A Comparative Analysis of the Microbiome of Kiwifruit at Harvest Under Open-Field and Rain-Shelter Cultivation Systems. *Frontiers in Microbiology*, *12*(September), 1–13. https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.757719

Swingler, S., Gupta, A., Gibson, H., Kowalczuk, M., Heaselgrave, W., & Radecka, I. (2021). Recent advances and applications of bacterial cellulose in biomedicine. In *Polymers* (Vol. 13, Number 3, pp. 1–29). MDPI AG. https://doi.org/10.3390/polym13030412

Tallei, T. E., Marfuah, S., Abas, A. H., Abram, A. A. D. P., Pasappa, N., Anggini, P. S., Soegoto, A. S., Wali, F., & Emran, T. Bin. (2022). Nata as a source of dietary fiber with numerous health benefits. *Journal of Advanced Biotechnology and Experimental Therapeutics*, *5*(1), 189–197. https://doi.org/10.5455/jabet.2022.d107

Thorat, M. N., & Dastager, S. G. (2018). High yield production of cellulose by a: Komagataeibacter rhaeticus PG2 strain isolated from pomegranate as a new host. *RSC Advances*, *8*(52), 29797–29805. https://doi.org/10.1039/c8ra05295f

Ul-islam, M., Khan, S., Wajid, M., & Kon, J. (2019). International Journal of Biological Macromolecules Comparative study of plant and bacterial cellulose pellicles regenerated from dissolved states. *International Journal of Biological Macromolecules*, *137*, 247–252. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.06.232

Wang, S. S., Han, Y. H., Chen, J. L., Zhang, D. C., Shi, X. X., Ye, Y. X., Chen, D. L., & Li, M. (2018). Insights into bacterial cellulose biosynthesis from different carbon sources and the associated biochemical transformation pathways in Komagataeibacter sp. W1. *Polymers*, *10*(9). https://doi.org/10.3390/polym10090963

Zhao, L., Ma, Y., Kumar, M., Tian, D., He, J., & Huang, M. (2025). Industrial Crops & Products Enhancement of bacterial cellulose production synergistic H 2 and volatile fatty acids from fruit and vegetable waste through retting pretreatment. *Industrial Crops & Products*, *225*(June 2024), 120554. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.120554