



Pengaruh Media Pertumbuhan dan pH Terhadap Aktivitas Biosurfaktan dari Bakteri *Serratia marcescens* strain MBC 1 pada Minyak Jelantah

Berliana Damayanti^{a,*}, Sumardi^a, Achmad Arifiyanto^a, Kusuma Handayani^a, M. Kanedi^a, Meishy Handerlin Putri^a, Cindy Lukyta Ratih Riyanto^a

^a Biologi FMIPA Universitas Lampung

* corresponding author: anaberliana123@gmail.com

DOI: [10.20885/ijca.vol5.iss1.art1](https://doi.org/10.20885/ijca.vol5.iss1.art1)

ARTIKEL INFO

Diterima : 03 September 2021
Direvisi : 25 Oktober 2021
Diterbitkan: 01 Maret 2022
Kata kunci : Bakteri *Serratia marcescens*, biosurfaktan, media limbah jagung dan limbah singkong

ABSTRAK

Campuran minyak dan bahan kimia pada surfaktan yang dibuang langsung ke lingkungan akan mengakibatkan penurunan kesuburan tanah serta menghambat proses degradasi oleh mikroorganisme. Oleh karena itu dibutuhkan senyawa alami yang mampu meningkatkan kelarutan minyak jelantah dalam air seperti biosurfaktan. Salah satu bakteri penghasil biosurfaktan yaitu *Serratia marcescens*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas biosurfaktan bakteri dari *Serratia marcescens* strain MBC 1 yang ditumbuhkan di media fermentasi *tryptone water*, limbah cair jagung dan limbah cair singkong dengan pH 6,7 dan 8. Uji yang dilakukan diantaranya uji emulsifikasi, *oil displacement* dan *drop collapse*. Hasil penelitian menunjukkan biosurfaktan *Serratia marcescens* strain MBC 1 mampu meningkatkan kelarutan minyak jelantah dalam air. Hasil produksi pada media limbah jagung dengan pH 7 menunjukkan aktivitas emulsifikasi paling optimum yaitu sebesar 49,26%.

ARTICLE INFO

Received : 03 September 2021
Revised : 25 October 2021
Published : 01 March 2022
Keywords: *Serratia marcescens*, biosurfactants, corn waste and cassava waste medium.

ABSTRACT

A mixture of oil and chemicals in surfactants that are discharged directly into the environment will result in a decrease in soil fertility and inhibit the degradation process by microorganisms. Therefore, natural compounds are needed that can increase the solubility of used cooking oil in water such as biosurfactants. One of the bacteria that produce biosurfactants is *Serratia marcescens*. This study aims to determine the biosurfactant activity of bacteria from *Serratia marcescens* strain MBC 1 grown in tryptone water fermentation media, corn wastewater, and cassava liquid waste with pH 6.7 and 8. The tests carried out included emulsification, oil displacement, and drop collapse tests. The results showed that the biosurfactant of *Serratia marcescens* strain MBC 1 was able to increase the solubility of used cooking oil in water. Production results on corn waste media with a pH of 7 showed the most optimum emulsification activity, which was 49.26%.



1. PENDAHULUAN

Menurut Badan Pusat Statistik 2018 [1] konsumsi minyak goreng di Indonesia pertahunnya mencapai 36.59 ton. Banyaknya jumlah minyak goreng yang digunakan akan berbanding lurus dengan limbah minyak jelantah yang dihasilkan [2]. Minyak jelantah yang tersisa pada alat masak biasanya dibersihkan dengan surfaktan yang terkandung dalam sabun cuci. Minyak jelantah yang bercampur zat kimia pada surfaktan yang dibuang ke saluran air atau ke pekarangan dapat menghambat jalannya air, serta menghambat proses degradasi yang dilakukan oleh mikroorganisme [3]. Mekanisme kerja surfaktan yaitu meningkatkan kelarutan minyak dalam air [4]. Dalam bidang industri, surfaktan memiliki banyak kegunaan diantaranya sebagai komponen bahan adhesif, bahan penggumpal, pembasah, pembusa [5]. Selain dari bahan kimia, surfaktan dapat disintesis dari agensia hayati seperti bakteri yang dikenal sebagai biosurfaktan [6]. Sejumlah mikroba penghasil biosurfaktan diantaranya *Rhodobacteraceae bacterium*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Serratia marcescens* [7].

Serratia marcescens merupakan salah satu bakteri penghasil biosurfaktan jenis lipopeptida yaitu serrawettin [8]. Biosurfaktan yang diproduksi dari bakteri *Serratia marcescens* strain MBC 1 memiliki keunggulan dibanding surfaktan sintetik yakni yakni lebih mudah terdegradasi, ramah lingkungan, toksisitas rendah, dapat disintesis dari bahan baku yang murah dan terbarukan, stabil pada kondisi pH, suhu maupun kekuatan ionik yang ekstrem [9]. Untuk mendapatkan biosurfaktannya, bakteri *Serratia marcescens* perlu ditumbuhkan di media yang mengandung sumber karbon dan nitrogen yang memadai. Dalam penelitian Araújo *et al*, 2019 [10] biosurfaktan dari bakteri *Serratia marcescens* yang ditumbuhkan di air limbah sisa tepung singkong mampu meningkatkan kelarutan oli motor bekas pakai hingga 94% dalam air, dari penelitian tersebut didapatkan bahwa limbah zat organik dapat digunakan sebagai media alami yang murah dan terbarukan dalam pertumbuhan bakteri guna menghasilkan biosurfaktan.

Penelitian ini bertujuan untuk menggali potensi *Serratia marcescens* strain MBC 1 dalam melarutkan minyak jelantah menggunakan media limbah organik yaitu limbah air rebusan jagung dan limbah air rebusan singkong, limbah tersebut didapatkan dari salah satu *home industry* di Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Setelah melalui masa inkubasi selama 7 hari, hasil supernatan yang didapatkan dapat dijadikan agen biosurfaktan dengan biaya produksi yang minim dan ramah lingkungan.

2. METODE

2.1. Alat dan Bahan

Alat- alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu cawan Petri, jarum ose, bunsen, tabung reaksi, *laminar air flow* ESCO Airstream BSC, neraca digital US Solid, *sentrifuge* Fischer Scientific, tabung erlenmeyer, gelas ukur, pipet tetes, vortex mixer Maxi mix II, oven Heraeus, *hot plate magnetic stirrer* Gr Herb 791, jangka sorong, dan autoklaf ALP KT-30LDP.

Bahan yang diperlukan diantaranya yaitu media pertumbuhan *Tryptone Soya Agar*-Merck dan *Tryptone water*-Merck, *tween 80*-Merck, larutan *buffer phosphate*, isolat bakteri *Serratia marcescens* strain MBC 1 koleksi Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Lampung, akuades, alkohol 70%, spirtus, minyak jelantah serta limbah singkong, dan limbah jagung yang didapat dari industri rumahan di kabupaten Pesawaran yang ditambahkan 2 mL sukrosa teknis dan 2 mL NaCl.

2.2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan pengambilan data secara langsung menggunakan modifikasi dari metode Ibrahim, 2018 [11] dengan tahapan sebagai berikut:

2.2.1 Produksi biosurfaktan *Serratia marcescens* strain MBC 1

Bakteri *Serratia marcescens* strain MBC 1 diinokulasi kedalam media *tryptone water* dan diinkubasi selama 24 jam sampai didapatkan kerapatan sebesar 10^8 sel/ml. Sebanyak 2 mL starter dimasukkan kedalam 40 mL media *tryptone water*, limbah cair jagung dan limbah cair singkong

yang telah diatur pH nya menjadi 6, 7 dan 8 dengan cara ditambahkan larutan *buffer phosphate*, kemudian diinkubasi 7 hari di *shaking incubator*. Biosurfaktan dipanen melalui sentrifugasi selama 30 menit 6000 rpm. Supernatan yang didapat kemudian dipisahkan dari *pellete* yang mengendap di dasar tabung.

2.2.2 Uji *Drop collapse*

Uji *drop collapse* menggunakan parafilm yang bersifat hidrofilik yang ditetesi 20 μL minyak jelantah lalu ditetesi 10 μL supernatan dan diamati setelah 1 menit. Jika supernatan mengandung biosurfaktan maka lapisan permukaan tetesan minyak akan mendatar dan jika supernatan tidak mengandung biosurfaktan lapisan permukaan minyak akan tetap cembung.

2.2.3 Uji *Oil displacement*

Sebanyak 20 mL akuades steril ditambahkan diatas 20 μL minyak jelantah, lalu ditetesi 10 μL supernatan dari berbagai media dengan variasi pH ditengah lapisan minyak. Jika supernatan mengandung biosurfaktan maka akan terbentuk zona jernih. Selanjutnya zona jernih diukur secara vertical, horizontal dan diagonal lalu dibagi tiga.

2.2.4. Uji Emulsifikasi

Uji ini digunakan supernatan dari berbagai macam media dengan variasi pH. Supernatan selanjutnya dicampurkan dengan minyak jelantah dengan perbandingan 1:1 atau masing-masing 2 mL dan divortex selama 3 menit hingga homogen lalu diinkubasi selama 24 jam. Tinggi emulsi yang didapat dihitung dengan persamaan 1 sebagai berikut [11]:

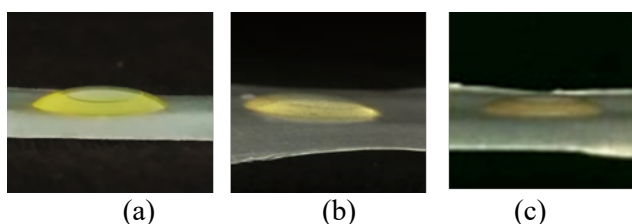
$$\text{IE}_{24} = [(\text{tinggi layer emulsi})/(\text{tinggi total larutan})] \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan: IE 24: Indeks emulsifikasi setelah 24 jam.

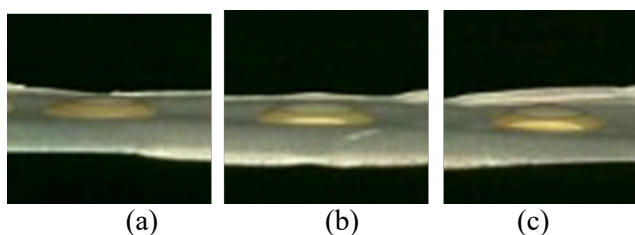
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji *Drop collapse*

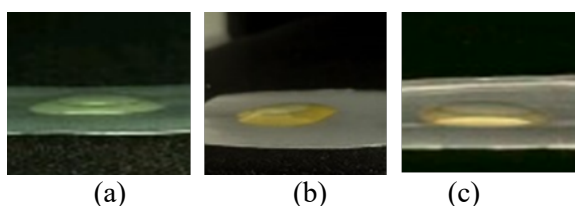
Supernatan *Serratia marcescens* strain MBC 1 yang diinkubasi pada media *tryptone water*, limbah jagung dan limbah singkong pada kondisi pH media 6,7 maupun 8, menghasilkan bentuk akhir tetesan datar yang sesuai dengan hasil yang didapatkan dari kontrol positif yaitu *tween-80* yang ditampilkan pada Gambar 1-4.



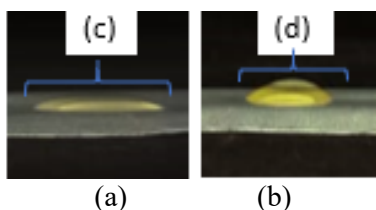
Gambar 1. Bentuk *Drop collapse* supernatan isolat *Serratia marcescens* strain MBC 1 di media *Tryptone water* (a) pH 6, (b) pH7 dan (c) pH 8



Gambar 2. Bentuk *Drop collapse* supernatan isolat *Serratia marcescens* strain MBC 1 di media limbah jagung (a) pH 6, (b) pH7 dan (c) pH 8



Gambar 3. Bentuk *Drop collapse* supernatan isolat *Serratia marcescens* strain MBC 1 di media limbah singkong (a) pH 6, (b) pH7 dan (c) pH 8

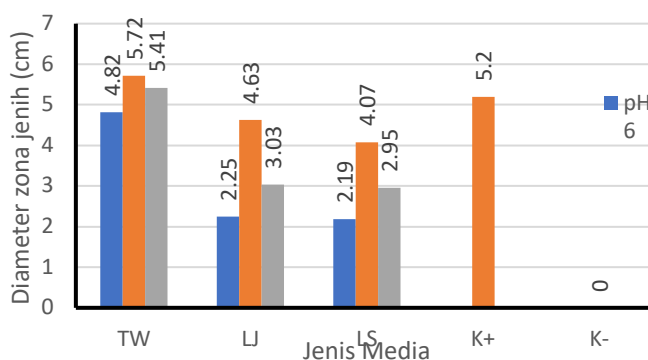


Gambar 4. *Drop collapse* supernatan kontrol (a) kontrol +, (b) kontrol-, (c) tetesan datar dan (d) tetesan cembung

Jika supernatan mengandung biosurfaktan, maka bentuk tetesan akan datar karena tegangan antarmuka antara sampel dan minyak menurun [9]. Hal tersebut disebabkan oleh bagian kepala surfaktan yang bersifat hidropilik masuk ke fase hidropil (air) dan bagian ekor bersifat hidropobik masuk ke fase hidropobik (minyak) sehingga terjadi penurunan tegangan antar muka yang mengakibatkan molekul minyak dan air yang terdistribusi diatas permukaan parafim [12]. Interaksi dua gugus ke dalam dua fase menyebabkan penurunan tegangan permukaan antar fase. Metode ini tidak terlalu sensitif untuk mendeteksi biosurfaktan dengan konsentrasi kecil, namun demikian seluruh perlakuan menunjukkan hasil positif pada uji *drop collapse* dan dilanjutkan ke pengujian *oil displacement*.

3.2 Uji *Oil displacement*

Uji kedua yang dilakukan dalam melihat aktivitas biosurfaktan terhadap minyak jelantah yaitu *Oil displacement test*, jenis media yang paling optimum pada uji *Oil displacement* yaitu pada media *tryptone water* seperti yang tertera pada Gambar 5.



Gambar 5. Diameter zona jernih dari biosurfaktan yang dihasilkan oleh *Serratia marcescens* strain MBC 1

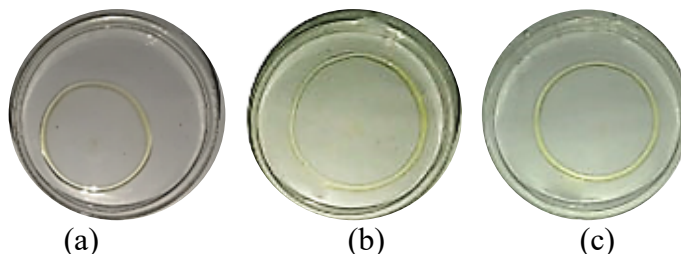
Keterangan:

TW: Biosurfaktan *S. marcescens* strain MBC 1 pada media *Tryptone water*

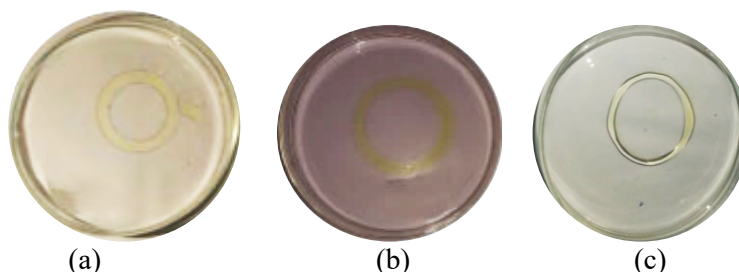
LJ : Biosurfaktan *S. marcescens* strain MBC 1 pada media Limbah jagung

LS : Biosurfaktan *S. marcescens* strain MBC 1 pada media Limbah singkong
K+ : Tween-80 (kontrol+)
K- : Akuades (kontrol-)

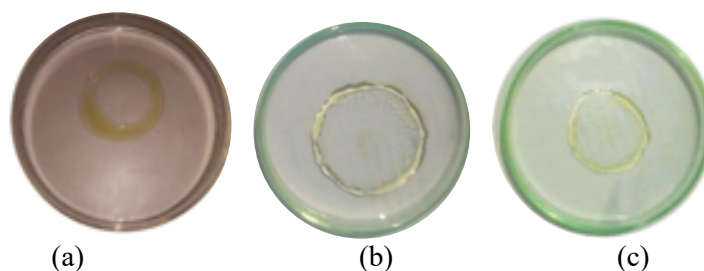
Hasil tertinggi diameter zona jernih biosurfaktan *Serratia marcescens* strain MBC 1 terdapat pada media *Tryptone water* dengan pH 7 yaitu sebesar 5,72 cm, diikuti oleh zona jernih pada pH 8 sebesar 5,41 cm. Hasil terendah yaitu pada media limbah singkong pada pH 6 dengan zona jernih yaitu sebesar 2,19 cm. Hasil pengujian disajikan dalam Gambar 6-9.



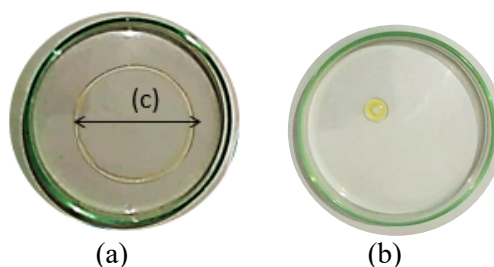
Gambar 6. Hasil uji *oil displacement* supernatan isolat *Serratia marcescens* strain MBC 1 di media *tryptone water* (a) pH 6, (b) pH7 dan (c) pH 8



Gambar 7. Hasil uji *oil displacement* supernatan isolat *Serratia marcescens* strain MBC 1 di media limbah jagung (a) pH 6, (b) pH7 dan (c) pH 8



Gambar 8. Hasil uji *oil displacement* supernatan isolat *Serratia marcescens* strain MBC 1 di media limbah jagung (a) pH 6, (b) pH7 dan (c) pH 8

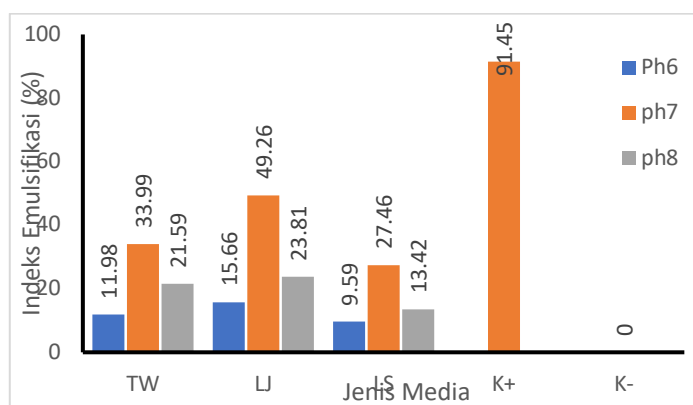


Gambar 9. Hasil kontrol (a) Tween 80 (kontrol +), (b) akuades (kontrol -), (c) diameter zona jernih

Uji *oil displacement* digunakan untuk menentukan aktivitas permukaan biosurfaktan. Metode *oil displacement* digunakan untuk memperoleh diameter zona perpindahan minyak yang dicatat sebagai nilai *oil displacement area* (ODA). Terbentuknya zona jernih pada permukaan minyak menunjukkan positif adanya aktivitas biosurfaktan. Besarnya nilai ODA dihitung berdasarkan besarnya diameter zona jernih yang terbentuk pada permukaan minyak jelantah [13].

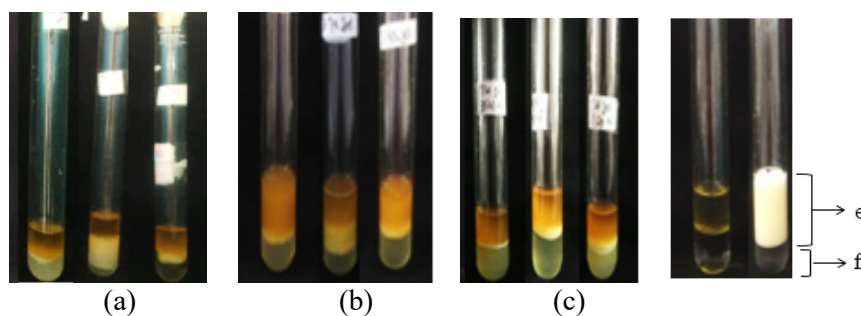
3.3 Uji Emulsifikasi

Uji terakhir yang dilakukan untuk memastikan adanya aktivitas biosurfaktan yaitu uji emulsifikasi menggunakan 3 media yaitu *tryptone water* (TW), limbah jagung (LJ) dan limbah singkong (LS) dengan pH masing-masing media diatur sebesar 6, 7 dan 8 menggunakan larutan *buffer phosphat* seperti ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Indeks emulsifikasi dari biosurfaktan yang dihasilkan oleh *S. marcescens* strain MBC 1

Hasil terbaik terdapat pada biosurfaktan yang diproduksi media limbah jagung pH 7 dengan indeks emulsifikasi sebesar 49,26%, pada media *tryptone water* pH 7 juga memiliki indeks emulsi yang tinggi yaitu sebesar 33,99%, sedangkan hasil indeks emulsi terendah didapat pada supernatan di media fermentasi limbah singkong yaitu sebesar 9,59%, tinggi emulsi yang didapat disajikan pada Gambar 11.



Gambar 11. Hasil uji emulsifikasi supernatan *S. marcescens* strain MBC 1 pada: (a) *tryptone water* pH 6,7, dan 8, (b) limbah jagung pH 6,7, dan 8, (c) limbah singkong pH 6,7, dan 8 (d) Tween-80 (kontrol +) dan akuades (kontrol -), (e) lapisan emulsi, dan (f) lapisan air

Salah satu karakteristik terpenting dari bakteri pendegradasi hidrokarbon adalah kemampuannya untuk mengemulsi hidrokarbon dalam larutan dengan menghasilkan zat aktif permukaan yang menyebabkan dispersi hidrokarbon dalam air, sehingga terbentuk misel yang selanjutnya akan terdifusi ke dalam sel mikroba [14]. Uji emulsifikasi merupakan proses pencampuran antara dua fase yang berbeda kepolarannya contohnya minyak dan air dengan bantuan agen pengemulsi yang berupa supernatan dari bakteri. Terbentuknya emulsi menunjukkan adanya kandungan biosurfaktan pada supernatan. Nilai indeks emulsifikasi pada aktivitas biosurfaktan

merupakan salah satu kriteria yang dilakukan untuk mendukung pemilihan produsen biosurfaktan yang potensial dari mikroba [15].

3.4. Hasil Pengujian Aktivitas Biosurfaktan

Isolat bakteri *Serratia marcescens* strain MBC 1 memiliki aktivitas biosurfaktan yang dibuktikan oleh hasil positif yang didapatkan pada uji *drop collapse*, *oil displacement* dan emulsifikasi di berbagai media dan pH. Menurut Clements, et al (2019) [16] *Serratia marcescens* menghasilkan biosurfaktan lipopeptida berupa *Serrawettin* yang stabil diproduksi pada pH lingkungan 7.2, sehingga dalam penelitian ini pH 7 yang paling mendekati pH optimumnya. *Serrawettin* mulai diproduksi selama fase pertengahan hingga akhir log dan mencapai maksimum di fase stationer [17]. Produksi biosurfaktan pada mikroorganisme dipengaruhi oleh kandungan asam lemak, gula, dan protein yang terdapat pada media produksinya [18].

Biosurfaktan yang diproduksi dari bakteri *Serratia marcescens* memiliki keunggulan dibanding surfaktan sintetik yakni lebih mudah terdegradasi juga ramah lingkungan karena tidak menyisakan minyak di alam, toksisitas rendah, dapat disintesis dari bahan baku yang murah dan terbarukan, stabil pada kondisi pH, suhu maupun kekuatan ionik yang ekstrem [9].

Media sintetik yang digunakan yaitu *tryptone water*. *Tryptone water* mengandung *tryptone* (*tryptic hydrolysate of casein*) 10g/L dan sodium klorida 5g/L. *Tryptone* menyediakan nitrogen, vitamin dan mineral sementara natrium klorida untuk keseimbangan osmotik. *Tryptone* adalah substrat yang baik untuk produksi indol karena kandungan triptofannya yang tinggi [19]. Pada pengujian aktivitas biosurfaktan, media *tryptone water* memiliki hasil zona jernih tertinggi pada uji *oil displacement* pada pH 7 dengan zona sebesar 5.72 cm.

Pada pengujian aktivitas biosurfaktan, limbah singkong memiliki hasil terkecil. *Serratia marcescens* strain MBC 1 yang diproduksi pada media limbah singkong rentan terjadi kontaminan infeksi jamur dan mikroba seperti *Rhizopus* sp., *Mucor*, dan *Aspergillus* sp., [20]. Pembuatan media dengan perebusan disuhu 90°C hingga 100°C yang membutuhkan waktu yang lama juga dikhawatirkan dapat merusak nutrisi pada singkong [21]. Hal tersebut yang diduga menyebabkan hasil uji produksi biosurfaktan pada limbah singkong menempati posisi terkecil.

4. KESIMPULAN

Dari rangkaian penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa bakteri *Serratia marcescens* strain MBC 1 mampu menghasilkan biosurfaktan di semua jenis media dan variasi pH yang digunakan, dibuktikan dengan hasil positif di semua media pada uji *drop collapse*. Hasil indeks emulsifikasi tertinggi didapatkan pada media limbah jagung dengan pH 7 yaitu sebesar 49,26%. Pada uji *oil displacement* zona jernih terbesar didapatkan pada media produksi *tryptone water* dengan pH 7 yaitu sebesar 5,72 cm.

Daftar Pustaka

- [1] B.P. Statistik. "Distribusi Perdagangan Komoditas Minyak Goreng Indonesia pada Tahun 2018", 2019.
- [2] R. Efendi, H.A. Faiz, E.R. Firadus "Pembuatan Biodiesel Minyak Jelantah Menggunakan Metode Esterifikasi- Transesterifikasi Berdasarkan Jumlah Pemakaian Minyak Jelantah", pp 402–409. 2015.
- [3] I. Ravenscha, C. Shaleh "Pembuatan Surfaktan Berbahan Dasar Minyak Biji Ketapang *Terminalia Catappa* Dengan Trietanolamina", vol. 02, no. 2, 2017.
- [4] P. Singh, Y. Patil, and V. Rale "Biosurfactant Production: Emerging Trends and Promising Strategies" *Journal of Applied Microbiology*, vol. 126, no. 1, pp. 2–13, 2019.
- [5]. J.R. Oppusungu, V.R. Siregar, Z. Masyitah "Pengaruh Jenis Pelarut Dan Temperatur Reaksi Pada Sintesis Surfaktan Dari Asam Oleat Dan N-Metil Glukamina Dengan Katalis Kimia." *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 4, no. 1, pp. 25–29, 2015.
- [6] T.A. Furi, P. Coniwati "Ampas Tebu Dan Konsentrasi Natrium Bisulfat (NaHSO_3) Pada Proses Pembuatan Surfaktan", vol. 18, no. 4, pp. 49–58, 2012.

- [7]. R.E. Laini, A. Napoleon "Isolasi Bakteri Termofilik Penghasil Biosurfaktan Yang Berpotensi Sebagai Agen MEOR (Microbial Enhanced Oil Recovery) Dari Sumur Minyak Di Sungai Angit", vol.17, pp. 9–13, 2014.
- [8] W. Ahmad "Isolasi Dan Skrining Mikroba Penghasil Biosurfaktan Dari Air Laut Yang Tercemar Minyak." *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, vol. 2, no. 2, pp. 55 .2018
- [9]. F.A. Almansoori, H.A. Hasan, I. Mushrifah, S.R.S. Abdullah, N. Anuar " Biosurfactant Production by the Hydrocarbon-Degrading Bacteria (HDB) *Serratia Marcescens*: Optimization Using Central Composite Design (CCD)." *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, vol. 47, pp. 272–80, 2017.
- [10] H.W.C. Araújo, R.F.S. Andrade, D. Montero-Rodríguez, D. Rubio-Ribeaux, C.A.A. Da Silva, M. Galba "Sustainable Biosurfactant Produced by *Serratia Marcescens* UCP 1549 and Its Suitability for Agricultural and Marine Bioremediation Applications" *Microbial Cell Factories*, vol. 18, no. 1, pp. 1–13, 2019.
- [11] H.M.M Ibrahim, "Characterization of Biosurfactants Produced by Novel Strains of *Ochrobactrum Anthropi* HM-1 and *Citrobacter Freundii* HM-2 from Used Engine Oil-Contaminated Soil". *Egyptian Journal of Petroleum*, vol. 27, no. 1, pp. 21–29, 2018.
- [12] R. Reningtyas, Mahreni "Biosurfaktan." *Eksergi XII*, vol. 2, pp. 12–22, 2015.
- [13] T. Rengathavasi, S. Sharma, S. Jayalakshmi "Evaluation of Screening Methods for the Isolation of Biosurfactant Producing Marine Bacteria." *Journal of Petroleum & Environmental Biotechnology*, vol. 04, no. 02, 2013.
- [14] D. Rodriguez, R. Andrade, D. Ramos, D. Rubio, R. Lima, H. Araújo, G. Campo. "Bioremediation of Petroleum Derivative Using Biosurfactant Produced by *Serratia Marcescens* UCP / WFCC 1549 in Low-Cost Medium." *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, pp. 550–562, 2015.
- [15] Y.P. Rahayu "Uji Aktivitas Lipase Dan Biosurfaktan Dari Bakteri Keratinolitik". 2018.
- [16] T. Clements, T.N. Khan, W. Khan "Biosurfactants Produced by *Serratia* Species: Classification, Biosynthesis, Production and Application." *Applied Microbiology and Biotechnology*, vol. 103, no. 2, pp. 589–602, 2019.
- [17] S. Chun, Z. Xiang, Y. Liu, X. Zhao, Y. Sun, Z. Li, L. Li, F. Chang, T. Chen, X. Wen, Y. Zhou, F. Zhao "Analysis of the Genomic Sequences and Metabolites of *Serratia Surfactantfaciens* Sp. Nov. YD25T That Simultaneously Produces Prodigiosin and Serrawettin W2." *BMC Genomics*, vol. 17, no. 1, pp. 1–19. 2016.
- [18] W. Rengga, P. Dyah, D.H. Riyadi, A. Bintang, Kuntoro "Kajian Produksi Dan Proses Biosurfaktan Rhamnolipida Dari Limbah Industri Minyak Sawit Dan Turunannya Menggunakan *Pseudomonas Aeruginosa*." *Prosiding Seminar Nasional & Teknologi*, vol. 2, no. 1, pp. 84–94. 2016.
- [19] HiMedia Laboratories "Tryptone Water." *Products* 479. 2015.
- [20] F. Cahyaningsih "Pertumbuhan Bibit F0 Jamur Tiram Dan Jamur Merang Pada Ubi Singkong Sebagai Media Alternatif", pp. 3–6, 2017.
- [21] A. Rifai "Prospektif Umbi Atau Umbi-Umbian Sebagai Media Pertumbuhan Jamur" *Journal of Chemical Information and Modeling*. 2020.