

JURNAL

**ISOLASI DAN SELEKSI BAKTERI PENGHASIL BIOSURFAKTAN PADA
KOLAM GATHERING STATION EOR PLANT PT. BUMI SIAK PUSAKO
PERTAMINA HULU PROVINSI RIAU**

**OLEH
SARDION SIMATUPANG**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
UNIVERSITAS RIAU
PEKANBARU
2019**

Isolation and Selection of Biosurfactan Producing Bacteria from the Pond in the Gathering Station EOR Plant PT. Bumi Siak Pusako Pertamina Hulu Riau Province

By:

Sardion Simatupang¹⁾, M.Hasbi²⁾, Eko Purwanto²⁾

Simatupangsardion319@gmail.com

Abstract

The water in the pond at PT Bumi Siak Pusako-Pertamina Upstream Eor Plant Gathering Station is polluted by oil. The presence of oil in pond water triggers gene mutations in bacteria so that the bacteria can produce biosurfactants to degrade oil. The aim of this study was to obtain a biosurfactant-producing bacterial isolate and was carried out in January - February 2019. Bacterial isolation was started by taking 5 ml of pool water samples and mixed with 40 ml of Bacterial Fertilizing media namely Brain Heart Infusion (BHI) and then incubated for 1 x 24 hours . Then the bacteria are grown using Mac conkey media. Pure bacteria are biochemically tested and emulsified. Morphological and biochemical characteristics show that 2 species of bacteria, namely *Providensia* sp and *Citrobacter* sp. Emulsification index results show that all bacteria obtained have the potential to produce biosurfactants.

Keywords: Providensia sp, *Citrobacter* sp

- 1. Student of the Fisheries and Marine Faculty, Riau University**
- 2. Lactured of the Fisheries and Marine Faculty, Riau University**

Isolasi dan Seleksi Bakteri Penghasil Biosurfaktan pada Kolam Pemisahan Limbah Minyak *Gathering Station EOR Plant* PT. Bumi Siak Pusako Pertamina Hulu Propinsi Riau

Oleh:

Sardion Simatupang¹⁾, M.Hasbi²⁾, Eko Purwanto²⁾

Simatupangsardion319@gmail.com

Abstrak

Air pada kolam di *Gathering Station Eor Plant* PT Bumi Siak Pusako-Pertamina Hulu tercemar oleh minyak. Adanya minyak di air kolam memicu terjadinya mutasi gen pada bakteri sehingga bakteri tersebut bisa menghasilkan biosurfaktan untuk mendegradasi minyak. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri penghasil biosurfaktan dan dilakukan pada bulan Januari – februari 2019. Isolasi bakteri dimulai dengan pengambilan 5 ml sampel air kolam dan dicampur dengan 40 ml media Penyubur bakteri yaitu Brain Heart Infusion (BHI) lalu diinkubasi selama 1 x 24 jam. Kemudian bakteri ditumbuhkan menggunakan media Macconkey. Bakteri murni diuji biokimia dan uji emulsifikasi. Karakteristik morfologi dan biokimia menunjukkan bahwa 2 spesies bakteri, yaitu *Citrobacter* Sp dan *Providensia* sp. Hasil indeks emulsifikasi menunjukkan bahwa semua bakteri yang diperoleh berpotensi untuk menghasilkan biosurfaktan.

Kata Kunci: Providensia sp, Citrobacter sp

- 1. Mahasiswa Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau**
- 2. Dosen Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau**

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara didunia yang memiliki banyak industri minyak bumi dan gas (MIGAS). Cadangan minyak bumi di Indonesia menurut SKK Migas dihitung mulai tahun 2012 sekitar 3,6 milyar barrel dan separuhnya berada di Propinsi Riau (Riau Pos.com, 2013). PT. Bumi Siak Pusako – Pertamina Hulu perusahaan minyak bumi di Provinsi Riau. Sebagai penyumbang devisa Negara yang cukup besar, produksi minyak bumi PT. Bumi Siak Pusako akan berdampak besar terhadap pencemaran minyak diperairan. Sandra (2011) menyatakan bahwa minyak dapat menutupi lapisan permukaan perairan dan menyebabkan terbentuknya lapisan film yang menghambat penetrasi cahaya matahari sehingga berdampak terhadap rendahnya oksigen di perairan yang menyebabkan kematian bagi ikan. Oleh sebab itu, cemaran minyak bumi harus segera ditanggulangi. Berbagai cara telah digunakan untuk menangani pencemaran minyak, baik secara fisika maupun kimia. Namun, semua upaya tersebut selain membutuhkan biaya yang sangat besar, juga dapat menimbulkan efek negatif bagi lingkungan. Salah satu cara penanganan pencemaran minyak bumi secara alami adalah dengan bioremediasi yang memanfaatkan mikroorganisme yaitu bakteri, yeast atau fungi. Bakteri yang mampu mendegradasi minyak bumi disebut sebagai bakteri biosurfaktan (Kosaric, 1992; Lin et al., 1994). Biosurfaktan merupakan bahan aktif permukaan yang dihasilkan oleh bakteri yang dapat menguraikan minyak baik

dilingkungan perairan ataupun pada permukaan tanah. Biosurfaktan yang diproduksi secara alami memiliki beberapa keunggulan, diantaranya lebih ramah lingkungan, bahan bakunya tersedia dalam jumlah besar dan lebih ekonomis (Kosaric, 1992; Lin et al., 1994).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-Maret 2019 . Sampel diambil dari kolam Tanah Gathering Station – Eor Plant PT. Bumi Siak Pusako - Pertamina Hulu. Sterilisasi alat dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan, Isolasi bakteri, uji biokimia, uji emulsifikasi dan sterilisasi bahan dilakukan di UPT Laboratorium Kesehatan dan Lingkungan Dinas Kesehatan Provinsi Riau.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah Cool box, S spuit, Lemari pendingin, Erlenmeyer 500ml, Tabung analitik Vibra AJ 620e, Cawan petri 100 mm, Jarum ose, Lampu Bunsen Kerja aseptis, Autoclave, Incubator, Incubator Shaker, Mikroskop Olympus CX2, Vortek mixer, Mikropipet, Tube 1,5 ml, Oksidase Strip Thermometer. Sedangkan bahan yang digunakan adalah Nutrien Broth, Blood Agar, Buffered Phosphat saline (BPS), Mac Concey (MC), NaCl 0,85%, Triple sugar iron agar (TSIA), Simmon's citrate Agar (SCA), Sulfide indole motility (SIM), Crystal Violet,

Safranin, Reagen Kovacs dan Alkohol 90% .

Waktu dan Tempat Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari-Maret 2019 . Sampel diambil dari kolam Tanah Gathering Station – Eor Plant PT. Bumi Siak Pusako - Pertamina Hulu. Sterilisasi alat dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan, Isolasi bakteri, uji biokimia, uji emulsifikasi dan sterilisasi bahan dilakukan di UPT Laboratorium Kesehatan dan Lingkungan Dinas Kesehatan Provinsi Riau.

Prosedur Penelitian dimulai dari Pengambilan Sampel. Sampel air diambil dari kolam Gathering Station PT. Bumi Siak Pusako - Pertamina Hulu. Sampel diambil dengan menggunakan botol gelap yang steril dengan menggunakan sarung tangan kemudian di dihomogenkan, lalu dimasukkan kedalam botol sampel steril dan dimasukkan kedalam cool box yang telah berisi es batu. Adapun tujuan dari menghomogenkan sampel ini adalah untuk mengurangi biaya dalam proses seleksi dan identifikasi di laboratorium.

Penanganan Sampel Sampel yang diambil dari kolam Gathering Station EOR Plant PT. Bumi Siak Pusako Pertamina Hulu dibawa ke laboratorium, kemudian diambil 5 ml dengan menggunakan spuit dikocok/diaduk dengan tujuan untuk mengambilsampel secara merata, sampel diambil 5 ml dan dimasukkan ke dalam 45 ml larutan Phosphat Buffered Saline (BPS). Selanjutnya, sampel pada larutan BPS dimasukkan sebanyak 2 ml ke dalam media penyubur BHI dan diaduk dengan

incubator shaker selama 1 x 24 jam (Singkoh, 2011).

Kedua Isolasi Bakteri Sampel pada media BHI diambil sebanyak 0.1 ml dengan menggunakan spuit, lalu di tanam kedalam media padat *Blood agar* dan Mac concey kemudian diinkubasi selama 1 x 24 jam pada suhu 37⁰C dengan posisi cawan petri terbalik. Bakteri yang menampakkan morfologi berbeda diambil koloninya dan dipindahkan ke media baru Mac Conkey, lalu diinkubasi selama 1 x 24 jam dengan suhu 37⁰C. Tujuan dari pemindahan bakteri kedalam media baru adalah untuk mendapatkan isolat murni.

Identifikasi Isolat Setelah bakteri murni diperoleh, kemudian dilakukan pengamatan morfologi, uji biokimia, uji pewarnaan gram, uji emulsifikasi dan uji molekuler yang mengacu pada buku identifikasi bakteri Bergey's Manual of Determinative Bacteriology Sevent Edition. Ada beberapa uji biokimia yang dilakukan seperti:

1. Uji Katalase

Prosedur uji katalase mengacu pada Wahid (2009), yaitu: Bakteri murni dalam media MC diambil menggunakan jarum ose steril, lalu dioleskan pada object glass, kemudian pada object glass ditetaskan sebanyak 1 tetes larutan H₂O₂ 3% lalu diamati perubahan gas pada bakteri.

2. Uji Oksidase

Prosedur uji oksidase yaitu: bakteri murni pada MC diambil dengan jarum ose lalu dipindahkan ke dalam Oxidase Strip dan dilihat perubahannya. Jika Oxidase Strip berubah menjadi ungu, bakteri bersifat positif (+), tetapi jika tidak berubah warna, maka bakteri bersifat negatif.

3. Uji Motilitas

Prosedur uji katalase mengacu pada Sudarsono (2008), yaitu: bakteri murni pada MC dipindahkan ke media SIM dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 1 x 24 jam. Kemudian diamati perubahan media.

4. Uji Indol

Uji indol mengacu pada Widyawati (2012), yaitu: bakteri murni pada MC dipindahkan ke dalam media SIM dan diinkubasi selama 1 x 24 jam pada suhu 37°C. Kemudian, bakteri diberikan larutan reagen kovacs 5 tetes dan diamati perubahan warnanya.

5. Uji Sitrat

Uji sitrat mengacu pada Sudarsono (2008), yaitu: bakteri murni pada MC dipindahkan ke dalam media miring SCA dan diinkubasi selama 1 x 24 jam pada suhu 37°C, kemudian diamati perubahan medianya.

6. Uji Sulfida (H₂S)

Bakteri murni pada MC dipindahkan ke dalam TSIA dan diinkubasi selama 1 x 24 jam pada suhu 37°C, kemudian diamati perubahannya (H₂S) (Hadioetomo, 1993). Uji TSIA Prosedur uji TSIA mengacu pada Yusuf (2009), yaitu: bakteri murni pada media MC diinokulasi sebanyak satu ose ke dalam media TSIA dengan cara menusuk tegak lurus pada bagian butt (tusuk) dan cara zig zag pada bagian slant (miring) dan diinkubasi selama 1 x 24 jam pada suhu 37°C. Selanjutnya diamati perubahan warnanya.

7. Pewarnaan Gram

Prosedur pewarnaan gram mengacu pada Samosir (2016), yaitu: Bakteri dalam media BA dan MC diambil menggunakan jarum ose steril kemudian dioleskan pada object glass. Kemudian diteteskan crystal violet,

didiamkan selama 1 menit, lalu dicuci dengan air mengalir dan dikering anginkan.. Selanjutnya ditetesi larutan iodine dengan perlakuan yang sama seperti sebelumnya. Selanjutnya diberi larutan pemucat yaitu alkohol 90%, tetes demi tetes sampai zat warna ungu tidak terlihat lagi, lalu dicuci pada air mengalir dan dikering anginkan.. Kemudian diteteskan safranin selama 30 detik, lalu dicuci dan dibiarkan kering di udara. Kemudian diamati dibawah mikroskop.

8. Uji emulsifikasi

Prosedur uji emulsifikasi, yaitu: 1. 3 ml supernatant bakteri dan 1 ml minyak tanah dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian di vortex selama 2 menit. 2. Selanjutnya diamkan selama 1 x 24 jam hingga foam terbentuk stabil, lalu diukur tinggi foamnya. Aktivitas emulsifikasi didefenisikan sebagai tingginya lapisan emulsi (busa/foam) dibagi dengan (tinggi sampel ditambah dengan hidrokarbon) yang dinyatakan sebagai persentase (Maneerat dan Phetrong, 2007).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Parameter Kualitas Air

Secara umum pertumbuhan bakteri dipengaruhi oleh parameter kualitas sedimen yang meliputi suhu dan pH. Dalam pengukuran kualitas air ini biagi 2 yaitu suhu dan pH. Suhu dan pH berpengaruh besar terhadap pertumbuhan bakteri.

Tabel 1. Parameter Kualitas Air pada kolam *Gathering Station*.

No	Parameter	Baku mutu permen LH No, 19 Tahun 2010
----	-----------	---------------------------------------

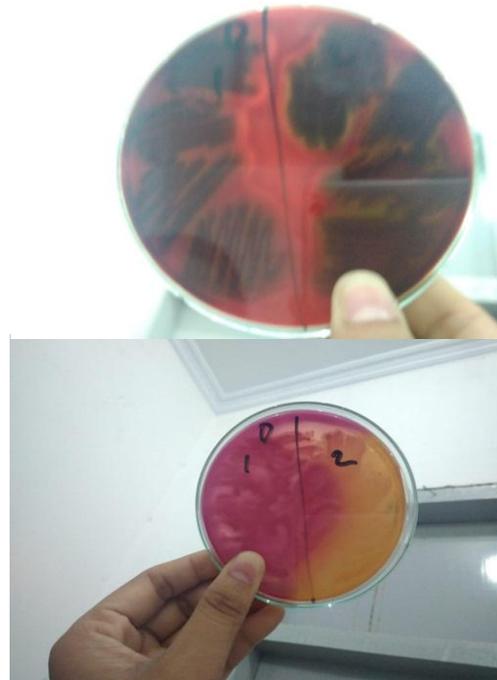
1	Suhu	37 ⁰ C	40 ⁰ C
2	pH	7	6-9

Suhu yang diperoleh pada saat di lapangan sebesar 37⁰C dan masih berada pada kisaran yang telah ditentukan oleh PERMEN LH No.19 Tahun 2010. Suhu merupakan salah satu parameter perairan yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan organisme di perairan. Berdasarkan kisaran suhu aktivitasnya, bakteri yang di dapat merupakan bakteri mesofil yang dapat hidup pada suhu antara 150-550C dengan suhu optimum 250-400C (Madigan et al., 2009). Bakteri yang dapat hidup pada suhu 330C merupakan bakteri yang dapat berpotensi menghasilkan biosurfaktan. Hal ini sesuai dengan pendapat Waluyo (2004) bahwa bakteri penghasil biosurfaktan adalah jenis bakteri mesofilik, yaitu bakteri yang dapat tumbuh baik pada suhu 150C - 550C. Sedangkan nilai pH yang di dapat adalah 7. Kondisi pH tersebut merupakan kondisi yang cukup baik untuk pertumbuhan bakteri. Menurut Prescott et al. (2008), nilai pH minimum dan maksimum untuk pertumbuhan kebanyakan spesies bakteri adalah 4-9. Pengaruh pH terhadap pertumbuhan bakteri berkaitan dengan aktivitas enzim. Umumnya enzim bekerja optimum pada rentang pH 6-8.

Pengamatan morfologi bakteri

Bakteri murni yang diperoleh sebanyak 2 jenis yaitu: isolat bakteri dengan kode D1 *Citrobacter* sp dan isolat yang kedua dengan nama genus *Providensia* sp. Isolat murni selanjutnya dilakukan pengamatan

secara morfologi. Pengamatan morfologi meliputi warna koloni dan bentuk sel Gambar1.



Gambar 1. Pengamatan warna koloni bakteri pada blood agar dan mac conkey agar.

Setelah dilakukan pengamatan secara morfologi, kemudian dilakukan uji pewarnaan gram, uji biokimia sederhana (uji katalase, uji sitrat, uji TSIA dan uji motilitas), uji emulsifikasi dan uji molekuler terhadap bakteri yang memiliki indeks emulsifikasi tertinggi.

Uji Biokimia Bakteri

Berdasarkan hasil uji pewarnaan gram menunjukkan bahwa, isolat bakteri *Providensia* sp merupakan bakteri Gram negatif dan isolate bakteri *Citrobacter* sp merupakan bakteri gram positif batang . Bakteri Gram negatif batang adalah bakteri yang berubah warna menjadi merah ketika dilakukan uji pewarnaan

Gram. Sedangkan bakteri Gram positif batang adalah bakteri yang tidak berubah warna ketika dilakukan uji pewarnaan Gram. Hal ini sesuai dengan pendapat Monica (2015) bahwa pada pewarnaan bakteri Gram negatif batang ditandai dengan warna merah muda karena dinding sel bakteri Gram negatif mengandung lipid yang lebih tinggi dibanding Gram positif (Gambar 2).

Hasil uji katalase kedua isolat bakteri menunjukkan bahwa semua isolat memiliki katalase positif dengan adanya gelembung oksigen (Tabel 3). Bakteri katalase positif akan memecah H_2O_2 menjadi H_2O dan O_2 dimana parameter yang menunjukkan adanya aktivitas katalase tersebut adalah munculnya gelembung-gelembung udara, sedangkan pada bakteri katalase negatif tidak menghasilkan gelembung udara. Hal ini didukung oleh Susana (2017), uji katalase positif isolat bakteri ditandai dengan gelembung-gelembung oksigen yang menunjukkan bahwa organisme yang bersangkutan menghasilkan enzim katalase yang mengubah hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen. Udiharto (1996) berpendapat bahwa uji katalase dilakukan untuk melihat pengaruh enzim katalase terhadap bakteri pengurai minyak. Kebanyakan bakteri menggunakan enzim katalase untuk memecahkan H_2O_2 menjadi H_2O dan O_2 . Uji TSIA dilakukan dengan menggunakan metode tegak miring. Hasil uji TSIA (Triple Sugar Iron Agar) pada 5 isolat, diperoleh 2 isolat S11 dan S32 mampu memfermentasi laktosa dan sukrosa. Hal ini dapat dilihat dari warna bagian atas media kuning dan bagian bawah media kuning. Isolat bakteri D1 tidak mampu

memfermentasi karbohidrat. Isolat D2 hanya mampu memfermentasi Glukosa. Hal ini didukung oleh Cappuccino and Sherman (2002) yang menyatakan bahwa uji TSIA di tandai dengan bagian atas berwarna kuning dan bagian bawah berwarna kuning menunjukkan laktosa dan sukrosa mampu difermentasikan. Apabila bagian atas berwarna merah dan bagian bawah berwarna kuning, hanya glukosa saja yang mampu difermentasikan, tetapi bila bagian atas berwarna merah dan bagian bawah juga berwarna merah artinya, bakteri tidak mampu memfermentasikan karbohidrat. Hasil dari uji indol menunjukkan bahwa 3 isolat (D1 dan D2) merupakan indol negatif yang ditandai dengan tidak terbentuknya lapisan berwarna merah muda pada permukaan biakan. Hasil uji indol yang diperoleh negatif karena tidak terbentuk lapisan (cincin) berwarna merah muda pada permukaan biakan, artinya bakteri ini tidak membentuk indol dari triptophan sebagai sumber karbon dan dapat diketahui dengan menambahkan larutan kovaks seperti Ehrlich yang mengandung paradimetilaminobenzaldehyda. Hasil uji motil ke-2 isolat bakteri (D1 dan D2) menunjukkan bahwa semua isolat bersifat motil karena terlihat adanya penyebaran bakteri pada media. Menurut Sudarsono (2008), uji positif ditandai dengan pertumbuhan bakteri yang menyebar, maka bakteri tersebut bergerak (motil) dan bila pertumbuhan bakteri tidak menyebar hanya berupa satu garis, maka bakteri tersebut tidak bergerak (non motil). Karakteristik bakteri penghasil biosurfaktan adalah tidak berklorofil, motil, tidak berspora dan bersifat aerob. Untuk

kelangsungan hidupnya bakteri biosurfaktan akan mendapatkan sumber makanan, oksigen serta energi yang berasal dari hasil proses dekomposisi (Notowinarto dan Agustina, 2015).

Hasil uji sulfida (H_2S) pada penelitian ini menunjukkan bahwa 2 isolat (D1 dan D2) tidak menghasilkan sulfida / H_2S negatif karena tidak terjadi perubahan warna menjadi hitam pada bagian dasar dan 1 isolat bakteri (D2) menghasilkan sulfida dan terjadi perubahan warna yaitu pada bagian dasar berwarna hitam. Menurut Rahayu (2014), bakteri yang tidak menghasilkan gas H_2S yang ditandai dengan tidak terbentuknya endapan hitam pada bagian dasar media agar. Uji sitrat menunjukkan bahwa 2 isolat D1 memberikan hasil positif ditandai dengan perubahan warna media dari hijau menjadi biru dan 1 isolat lainnya (D2) adalah negatif. Menurut (Hadioetomo dalam Yulvizar, 2013) bila bakteri mampu tumbuh dengan menggunakan sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon maka terlihat perubahan warna pada permukaan agar miring media tumbuh bakteri menjadi biru. Menurut Suhandono et al. (2011), reaksi sitrat adalah mikroba yang dapat menggunakan sitrat sebagai sumber karbon dengan menggunakan citrate permease untuk membawanya ke dalam sel lalu memecahnya dengan sitrat menjadi piruvat dan CO_2 . Na_2CO_3 yang bisa dideteksi oleh bromthymol blue sebagai indikator pada medium.

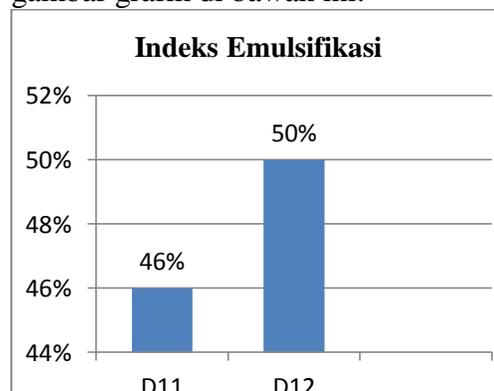
Uji Emulsifikasi Hasil uji emulsifikasi dinyatakan sebagai indeks emulsifikasi. Indeks emulsifikasi berhubungan dengan konsentrasi surfaktan. Semakin kecil konsentrasi

biosurfaktan, kemampuan senyawa tersebut untuk mengemulsikan minyak juga semakin berkurang. Adapun nilai indeks emulsifikasi dari seluruh isolat dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Uji Emulsifikasi

No	Kode Sampel	Sampel 3:1 ml		
		Sampel	Minyak	Busa
1	D1	1,1	2,3	46%
2	D1	1,2	2,3	50%

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai indeks emulsifikasi (busa/foam) yang diperoleh pada sampel D1 sebesar 46%, Sampel D2 50%. Dari hasil tersebut menyatakan bahwa bakteri yang di peroleh pada kolam *Gathering Station* EOR *Plant* berpotensi menghasilkan surfaktan. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar grafik di bawah ini:



Gambar 3. Grafik Uji Emulsifikasi

Semakin tinggi foam yang terbentuk maka semakin tinggi pula indeks emulsifikasi yang dicapai. Hal ini terjadi karena semakin banyak biosurfaktan yang diproduksi, semakin meningkat pula kelarutan minyak dalam air. Willumsen and Karlson (1997) menyatakan bahwa surfaktan di dalam campuran tersebut akan mencegah terjadinya pemisahan dan

akan menghasilkan lapisan minyak yang teremulsi. Nilai Emulsifikasi mengindikasikan bahwa emulsi yang menghasilkan nilai di atas 50% dinyatakan sebagai penghasil biosurfaktan yang baik. Nilai Emulsifikasi tertinggi pada penelitian ini dicapai oleh isolat bakteri D2 (*Providensia sp*) yaitu 50%, sehingga dapat dikatakan sebagai bakteri penghasil biosurfaktan yang baik. Sedangkan nilai emulsifikasi terendah dihasilkan oleh isolat D1 *Citrobacter Sp* sebesar 46%.

Kesimpulan

Dari hasil isolasi yang dilakukan terdapat 2 isolat bakteri yang dapat menghasilkan biosurfaktan. Kemudian dilakukan identifikasi dengan melihat bentuk morfologi bakteri dan uji biokimia. Dari hasil uji biokimia isolat dengan kode D1 termasuk kedalam Genus *Citrobacter sp* dan Isolat dengan kode D2 termasuk kedalam Genus *Providensia sp*. Kedua isolat yang di dapat mampu menghasilkan biosurfaktan dengan Indeks Emulsifikasi yang didapat Isolat dengan kode D1 46% dan Isolat dengan kode D2 50%.

Saran

Perlu dilakukan uji mempercepat pertumbuhan bakteri dilakukan penelitian lanjutan untuk mendapatkan informasi jenis bakteri dengan uji DNA menggunakan metode PCR. Selanjutnya perlu dilakukan uji dorman pada bakteri sehingga bakteri dapat dipasarkan

DAFTAR PUSTAKA

- Amaliah, Z. Z., S. Bahri dan P. Ameliah. 2015. Isolasi dan Karakteristik Asam Laktat dari Limbah dari Limbah Cair Rendaman Kacang Kedelai. *Jurnal Farmasi*. 5 (1) : 253-257.
- Bala, J.D. Lalung and N. Ismail. 2014. Biodegradation of palm Oil Mill Effluent (POME) by Bacterial. *International Journal of Scientific and Research Publications*. 4(3) : 2250-3153.
- Chen, S. 2013. Application and Technology of Electronic for Clinical Diagnosis. *Open Journal of Applied Biosensor*. 1 (2) : 60-66
- Choirunissa, A. A. 2011. Tumpahan Minyak di Laut dan Beberapa Kasus di Indonesia. *Majalah Bahari* Jogja.
- Fadhilah, N. 2015. Isolasi dan Uji Potensi Bakteri Penghasil Biosurfaktan dari Laut Belawan Sumatera Utara dalam Mendegradasi Pestisida Berbahan Aktif Karbofuran pada Tanah. [Skripsi]. Departemen Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Hadioetomo, S, 1983. Mikrobiologi Dasar dalam Praktek Teknik dan Prosedur Dasar

- Laboratorium. Gramedia. Jakarta
- Hasbi, M dan G. Tabrani. 2006. Meningkatkan Produksi Biosurfaktan Bakteri *Bacillus Maceran* Strain Ts9-8 Dengan Perlakuan Faktor Lingkungan (pH, Suhu, dan Suplai Oksigen). *Jurnal Perikanan*.
- Hart, T dan P. Shears. 1997. *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta. Penerbit Hipokrates. Pp.73-111
- Januar, W., S. Khotima dan A. Mulyadi. 2013. Kemampuan Isolat Bakteri Pendegradasi Lipid dari Instalasi Pengolahan Limbah Cair PPKS PTPN XIII Ngabang Kabupaten Landak. *Jurnal Protobiont*. 2 (3) : 136-140
- Kurniati, H. T. 2016. Bakteri Penghasil Biosurfaktan Dari Lingkungan Tercemar Limbah Minyak Dan Potensinya Dalam Mendegradasi Hidrokarbon Aromatik Polisiklik (HAP). Bogor: IPB.
- Munir, E. 2006. Pemanfaatan Mikroba dalam Bioremediasi : Suatu Teknologi Alternatif untuk Pelestarian Lingkungan. Pidato Pengukuran Jabatan Guru Besar Tetap dalam Bidang Mikrobiologi FMIPA Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Omolo, C. H. 2011. Characterization of Methomyl and Carbofuran Degrading bacteria from Soil of Horticultural Farms Rift Valley and Central Kenya. *Journal of Environmental Science and Technology*. 6(2): 104-114
- Pacwa, L. M., G. A. Plaza, S. Z. Piotrowska, and S. S. Cameotra. 2011. Environmental Applications of Biosurfactants : recent advances. *Int J Mol Sci*. 12 : 66-72
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup. 2014. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Industri Minyak Sawit. Jakarta.
- Purnomohadi, A. 2011. Potensi Bakteri dan Analisis Emulsifikasi Biosurfaktan dari Isolat Bakteri Lokal. *Jurnal Sains*. 1 (1) : 13-15
- Riupassa, R. M., M. C. Padaga dan K. Wuragil. 2012. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Penghasil Biosurfaktan Asal Limbah Rumah Potong Ayam Tradisional Di Kota Malang. *Jurnal Sains*. 1 (2) : 9-12.
- Simanjuntak. V. L. R. U. 2018. Isolasi dan Seleksi Bakteri Penghasil Biosurfaktan dari Lumpur Sungai Siak di Sekitar Pelabuhan Sungai Duku Pekanbaru. Skripsi. Fakultas Perikanan dan

- Kelautan. Universitas
Riau. Pekanbaru
- Swandi, M.K dan Nurmiati. 2015.
Isolasi Bakteri Limbah Cair
Industri Minyak Sawit. Jurnal
Biologi Universitas Andalas
4(1) : 71-76
- Utami, D., N. Priyani, dan E. Munir.
2013. Isolasi dan Uji Potensi
Bakteri Tanah Pertanian
Berastagi Sumatera Utara
dalam Mendegradasi
Fungisida Antracol
- Berbahan Aktif
Propineb. [Skripsi]. Medan :
Universitas Sumatera
Utara, Program Studi Biologi
- Waluyo. L. 2010. Mikrobiologi
Umum. UMM Press. Malang
- Yulastri. 2013. Aplikasi Plasma
dengan Metoda Dielectric
Barrier Discharge (DBD)
untuk Pengolahan Limbah
Cair Kelapa Sawit. JNTE
Vol. 2 No 2.