

SKRIPSI

**PRODUKSI BIOSURFAKTAN DARI *ACTINOMYCETES*
YANG DIISOLASI DARI TANAH TERKONTAMINASI
HIDROKARBON**

**PRODUCTION OF BIOSURFACTANT USING
ACTINOMYCETES ISOLATED FROM HYDROCARBON
CONTAMINATED SOIL**

Disusun dan diajukan oleh

LUTHFIAH FITRIANY PELU

N011 17 1302



**PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

**PRODUKSI BIOSURFAKTAN DARI *ACTINOMYCETES* YANG
DIISOLASI DARI TANAH TERKONTAMINASI HIDROKARBON**

**PRODUCTION OF BIOSURFACTANT USING *ACTINOMYCETES*
ISOLATED FROM HYDROCARBON CONTAMINATED SOIL**

SKRIPSI

untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi
syarat-syarat untuk mencapai gelar sarjana

LUTHFIAH FITRIANY PELU

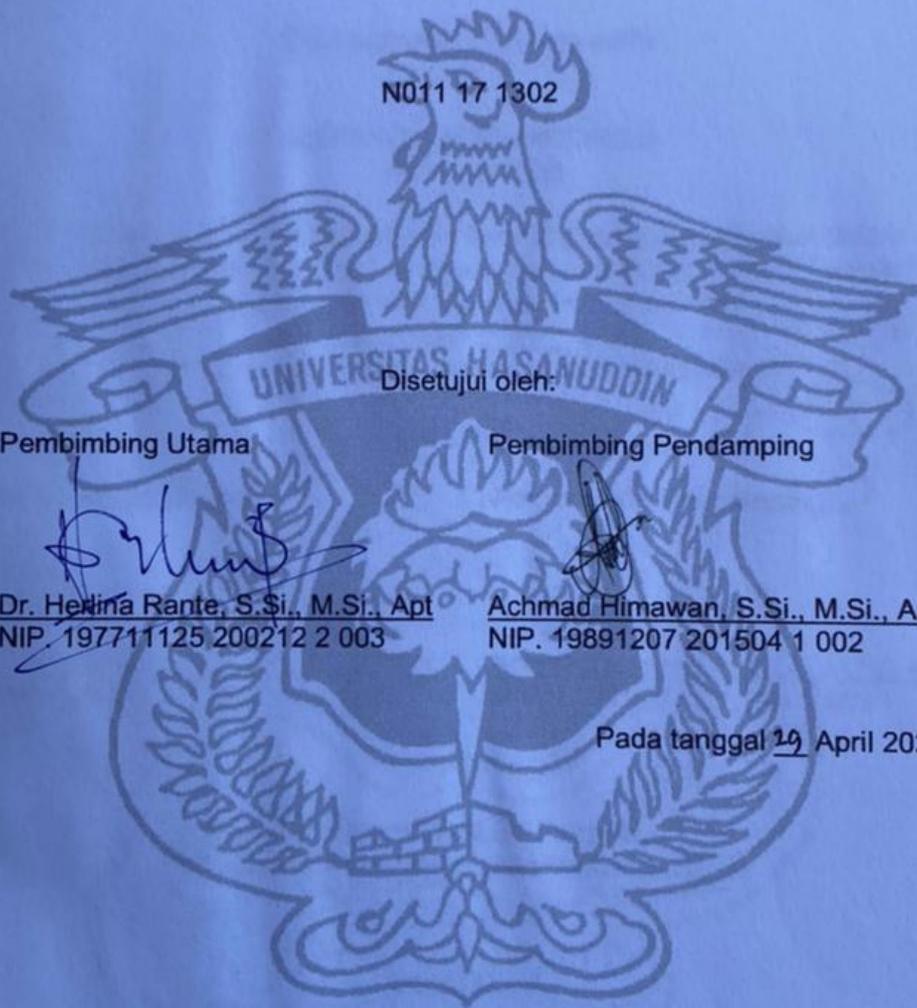
N011 17 1302

**PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

PRODUKSI BIOSURFAKTAN DARI *ACTINOMYCETES* YANG
DIISOLASI DARI TANAH TERKONTAMINASI HIDROKARBON

LUTHFIAH FITRIANY PELU

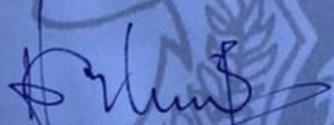
N011 17 1302



Disetujui oleh:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Dr. Helina Rante, S.Si., M.Si., Apt
NIP. 197711125 200212 2 003


Achmad Himawan, S.Si., M.Si., Apt
NIP. 19891207 201504 1 002

Pada tanggal 19 April 2021

LEMBAR PENGESAHAN

PRODUKSI BIOSURFAKTAN DARI *ACTINOMYCETES* YANG DIISOLASI DARI TANAH TERKONTAMINASI HIDROKARBON

Disusun dan diajukan oleh:

LUTHFIAH FITRIANY PELU
N011 17 1302

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam
rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Farmasi
Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin
pada tanggal 29 April 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Dr. Herlina Rante, S.Si., M.Si., Apt
NIP. 197711125 200212 2 003


Achmad Himawan, S.Si., M.Si., Apt
NIP. 19891207 201504 1 002

Plt. Ketua Program Studi S1 Farmasi,
Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin


Prof. Dr. rer. nat. Marianti A. Manggau, Apt.
NIP. 19670319 199203 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Luthfiah Fitriany Pelu
NIM : N011 17 1302
Program Studi : Farmasi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul Produksi Biosurfaktan dari *Actinomyces* yang Diisolasi dari Tanah Terkontaminasi Hidrokarbon adalah hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi

Makassar, 29 April 2021

Yang menyatakan,



Luthfiah Fitriany Pelu

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah Rabbil 'alamin, puji dan syukur bagi Allah SWT, Maha Mengetahui pemilik segala ilmu, karena atas rahmat, berkat, dan petunjuk-Nya maka skripsi ini dapat diselesaikan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar sarjana di Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini banyak kesulitan yang dihadapi, namun berkat dukungan dan bantuan berbagai pihak, penulis dapat melewati kesulitan tersebut. Oleh karena itu, penulis dengan tulus menghaturkan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Ibu Dr. Herlina Rante, S.Si., M.Si., Apt. selaku pembimbing utama dan Bapak Achmad Himawan, S.Si., M.Si., Apt. selaku pembimbing pendamping yang telah meluangkan waktunya untuk selalu memberikan bimbingan, bantuan, dan masukan serta saran terkait penelitian penulis hingga penyusunan skripsi.
2. Ibu Prof. Dr. Sartini, M.Si., Apt. dan Ibu Dra. Rosany Tayeb, S.Si., M.Si., Apt. selaku penguji yang telah memberikan masukan dan saran yang membangun serta perbaikan dalam penelitian hingga penyusunan skripsi.
3. Dekan, Wakil Dekan, serta seluruh Bapak/Ibu dosen Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmunya dan membimbing penulis selama masa studi S1, terkhusus kepada Ibu

Prof. Dr.rer.nat. Marianti A. Manggau, Apt. selaku pembimbing akademik juga seluruh staf akademik yang telah memberikan fasilitas dan pelayanan selama penulis menempuh studi S1.

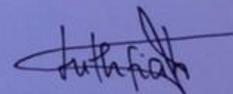
4. Kepada seluruh laboran di Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin terkhusus kepada Ibu Haslia, S.Si. dan Ibu Sumiati, S.Si. yang dengan sabar menyediakan keperluan penulis selama melakukan penelitian dan juga selalu memberikan semangat kepada penulis.
5. Kepada keluarga besar angkatan 2017 Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin "CLOSTRIDIUM" terkhusus kepada Siti Rutwiyanti, Fia Filantica, Laelatul Khusna, Uswati Niswah, dan Shafa Haura yang selalu ada untuk penulis selama menempuh studi S1 dan telah membagi ilmu, memberi dukungan, dan semangat kepada penulis selama penelitian hingga penyusunan skripsi.
6. Kepada K.A.L Mikrobiologi Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin, terutama Geoni Todingan, Sri Resky Handayani, Usmanengsi, dan Hardiana Lestari yang telah menjadi tempat belajar dan berbagi ilmu, tempat berkeluh kesah, dan selalu menjadi penyemangat serta membantu penulis selama penelitian hingga penyusunan skripsi.
7. Kepada sahabat dan teman-teman terdekat penulis, terkhusus Sasha Magrib, Mamad Saimima, dan Fahri Ardiansyah yang memberikan dukungan, doa, semangat, dan motivasi kepada penulis walaupun terpisah jarak dan waktu.

8. Kepada Niall, Louis, Liam, Harry, dan Zayn melalui karya-karyanya yang luar biasa yang selama ini menemani penulis melewati hari-hari selama studi S1 hingga penyusunan skripsi.

Ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada kedua orang tua penulis Ayahanda Achmad Pelu dan Ibunda Nurlaela Pelu (Alm.) yang selalu memberi dukungan, kasih sayang, dan doa yang tulus yang selalu mengiringi langkah penulis dari kecil hingga sekarang.

Ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu yang tidak sempat disebutkan namanya satu persatu. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Penulis juga berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dalam pembangunan dan pengembangan ilmu pengetahuan khususnya pada bidang Farmasi. Aamiin.

Makassar, 29 April 2021



Luthfiah Fitriany Pelu

ABSTRAK

LUTHFIAH FITRIANY PELU. *Produksi Biosurfaktan dari Actinomyces yang Diisolasi dari Tanah Terkontaminasi Hidrokarbon.* (Dibimbing oleh Herlina Rante dan Achmad Himawan).

Surfaktan merupakan senyawa yang memiliki kemampuan untuk mengurangi tegangan antarmuka. Surfaktan yang diperoleh dari minyak bumi diketahui tidak dapat terurai oleh mikroorganisme dan dapat merusak lingkungan. Salah satu alternatif untuk mencegah kerusakan lingkungannya adalah dengan memproduksi surfaktan yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Salah satu mikroorganisme yang dapat menghasilkan biosurfaktan adalah *Actinomyces*. *Actinomyces* merupakan mikroorganismse yang hidup di tanah dan memiliki peran penting untuk keberlanjutan ekosistem terutama dalam mendaur ulang bahan di alam. Hal ini disebabkan karena *Actinomyces* memiliki kemampuan dalam bioremediasi. *Actinomyces* diketahui memiliki kemampuan untuk mensintesis berbagai metabolit seperti antibiotik dan biosurfaktan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan *Actinomyces* yang diisolasi dari tanah terkontaminasi hidrokarbon. Pada tahap isolasi diperoleh sebanyak 13 isolat yang diberi kode isolat LMB-01 hingga LMB-13. Fermentasi dilakukan menggunakan isolat LMB-03 dengan menggunakan media fermentasi yang mengandung minyak residual sebagai penginduksi untuk pembentukan biosurfaktan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat LMB-03 memiliki kemampuan untuk mengemulsi dilihat dari nilai indeks emulsifikasi sebesar 33,33%; 53,57%; dan 36,67% masing-masing dengan menggunakan minyak jagung, minyak kedelai, dan minyak kanola.

Kata kunci: biosurfaktan, *Actinomyces*, hidrokarbon, emulsifikasi

ABSTRACT

LUTHFIAH FITRIANY PELU. *Production of Biosurfactant Using Actinomycetes Isolated from Hydrocarbon Contaminated Soil.* (Supervised by Herlina Rante and Achmad Himawan).

Surfactant is a compound that has the ability to reduce surface tension. Surfactants obtained from petroleum are known as non-biodegradable by microorganisms and can cause environmental issues. An alternative to prevent the environmental issue is to produce surfactants by microorganisms. One of the microorganisms that can produce biosurfactants is *Actinomycetes*. *Actinomycetes* live in the soil and have an important role in the sustainability of ecosystems, especially in recycling materials in nature. It is because *Actinomycetes* have the ability to bioremediate. *Actinomycetes* are known to have the ability to synthesize various metabolites such as antibiotics and biosurfactants. This study aims to determine the ability of *Actinomycetes* isolated from soil contaminated with hydrocarbons. In the isolation stage, 13 isolates we collected and coded as LMB-01 to LMB-13. Fermentation was carried out using LMB-03 isolates using fermentation media that contained residual oil as an inducer for producing biosurfactants. The result showed that the LMB-03 had the ability to emulsify as seen from the emulsification index (E_{24}) value of 33.33%, 53.57%; and 36.67% used corn oil, soybean oil, and canola oil.

Key words: biosurfactant, *Actinomycetes*, hydrocarbon, emulsification

DAFTAR ISI

	Halaman
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	5
I.3 Tujuan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1 <i>Actinomycetes</i>	6
II.1.1 Spora <i>Actinomycetes</i>	7
II.2 Surfaktan	8
II.2.1 Biosurfaktan	10
II.3 Fermentasi	11
II.3.1 Kultur Starter	12
BAB III METODE PENELITIAN	13
III.1 Alat dan Bahan	13

III.2 Metode Kerja	13
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	33
V.1 Kesimpulan	33
V.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	39

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Morfologi isolat	22
2. Hasil pengukuran nilai konduktivitas	30
3. Hasil uji emulsifikasi	31
4. Komposisi media SNA	43
5. Komposisi media fermentasi	43
6. Hasil pengecatan Gram	44
7. Nilai determinasi pH dan SD	49
8. Nilai penetapan biomassa	50
9. Nilai tegangan permukaan dan SD	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Bentuk spora yang diproduksi oleh <i>Actinomyces</i>	7
2. Struktur kimia dari natrium lauril sulfat, natrium oleat, dan kalsium stearat	9
3. Struktur kimia dari <i>cetrimide</i>	9
4. Hasil pemurnian isolate	21
5. Hasil pengamatan mikroskopik langsung	25
6. Grafik hasil pengukuran pH	27
7. Grafik penetapan biomassa dan tegangan permukaan	28
8. Hasil uji emulsifikasi	31
9. Peta lokasi pengambilan sampel	41
10. Tempat pengambilan sampel	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
1. Skema Kerja Penelitian	39
2. Komposisi Media	43
3. Lokasi Pengambilan Sampel	44
4. Hasil Pengecatan Gram	45
5. Data Kinetika Pertumbuhan	49

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Senyawa aktif permukaan atau yang lebih sering disebut surfaktan merupakan senyawa yang memiliki kemampuan untuk mengurangi tegangan antarmuka. Surfaktan memiliki bagian hidrofilik (polar) dan hidrofobik (nonpolar) dalam satu molekul yang sama, dimana bagian hidrofilik sering disebut sebagai bagian kepala dan hidrofobik sering disebut sebagai bagian ekor. Surfaktan memungkinkan dua fasa seperti udara-cairan atau cairan-cairan untuk saling bercampur atau berdifusi, contohnya seperti campuran minyak dan air atau yang sering disebut emulsi. Dalam industri farmasi, surfaktan dapat digunakan sebagai bahan pembasah untuk meningkatkan kontak antara partikel padat dan cairan, sebagai bahan pengemulsi, deterjen, dan bahan pelarut dimana surfaktan dapat mengurangi tegangan antarmuka medium dan bahan obat sehingga mempermudah medium dan bahan obat untuk saling bercampur (Allen *et al.*, 2011; Sekhon, 2013)

Hingga saat ini, surfaktan diperoleh dari beberapa bahan kimiawi yang berbasis minyak bumi. Senyawa ini diketahui merupakan senyawa yang tidak dapat terurai oleh organisme hidup (*nonbiodegradable*) dan dapat merusak lingkungan (Kumar *et al.*, 2019). Salah satu pilihan untuk mengurangi terjadinya kerusakan pada lingkungan adalah dengan

mengurangi penggunaan surfaktan yang diperoleh dari minyak bumi dan menggunakan surfaktan yang berasal dari mikroorganisme atau biosurfaktan sebagai alternatif (Atuanya *et al.*, 2017; Jimenez *et al.*, 2020).

Surfaktan yang dihasilkan oleh mikroorganisme seperti bakteri, kapang, dan khamir disebut biosurfaktan yang merupakan hasil dari metabolit sekunder mikroorganisme yang berupa senyawa aktif permukaan (Luna *et al.*, 2013; Zambry *et al.*, 2017). Biosurfaktan memiliki sifat aktif permukaan yang sama dengan surfaktan, namun biosurfaktan dapat terurai oleh organisme hidup (*biodegradable*) dan tidak beracun. Biosurfaktan juga diketahui memiliki kemampuan yang lebih baik dalam membentuk busa, memiliki selektivitas yang lebih besar, aktivitas spesifik terhadap suhu ekstrim, pH, salinitas, dan dapat diterima dalam ekosistem (Santos *et al.*, 2018).

Diantara berbagai cemaran lingkungan, limbah oli merupakan salah satu cemaran senyawa hidrokarbon pada tanah. Oli merupakan salah satu senyawa aromatik dan senyawa campuran alkana yang kompleks. Senyawa hidrokarbon yang terdapat pada tanah diketahui sulit untuk didegradasi, salah satu cara untuk mendegradasi senyawa hidrokarbon pada tanah yang tercemar adalah dengan bioremediasi yang diketahui dapat menjadi cara alternatif untuk mengurangi kontaminasi senyawa hidrokarbon pada tanah (Bento *et al.*, 2005).

Terdapat banyak kelompok mikroorganisme yang dapat hidup pada tanah yang terkontaminasi senyawa hidrokarbon dan turunannya

(Rodríguez *et al.*, 2018). Mikroorganisme yang tumbuh pada tanah yang terkontaminasi senyawa hidrokarbon diketahui dapat memanfaatkan dan mendegradasi senyawa hidrokarbon tersebut (Nosagie dan Omoredede, 2014). Menurut Godheja *et al.*, (2014), *Actinomycetes* memiliki berbagai sifat yang menjadikannya sebagai salah satu mikroorganisme yang baik dalam mendegradasi senyawa hidrokarbon yang ada pada tanah. *Actinomycetes* memiliki peranan yang penting dalam mendaur ulang berbagai senyawa karbon dan juga dapat mendegradasi berbagai senyawa polimer yang kompleks.

Actinomycetes merupakan mikroorganisme yang hidup di tanah dan memiliki peran yang penting untuk keberlanjutan ekosistem terutama dalam mendaur ulang bahan di alam. Hal ini disebabkan karena *Actinomycetes* diketahui menghasilkan berbagai jenis metabolit termasuk antibiotik, pigmen, enzim, dan biosurfaktan. *Actinomycetes* juga memiliki kemampuan untuk mensintesis berbagai metabolit sekunder yang aktif secara biologis, seperti herbisida, pestisida, antiparasit, dan inhibitor enzim (Korayem *et al.*, 2015; Thampayak *et al.*, 2008).

Actinomycetes merupakan bakteri gram positif yang berfilamen yang tumbuh menyerupai jamur yang diketahui merupakan produsen biosurfaktan yang baik (Njenga *et al.*, 2017; Thampayak *et al.*, 2008). Selama beberapa tahun terakhir, terdapat beberapa penelitian yang menyatakan bahwa *Actinomycetes* dapat menghasilkan biosurfaktan, terutama bakteri dari kelompok *Streptomyces* (Khopade *et al.*, 2012;

Santos *et al.*, 2018). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Richter *et al.*, 1998), *Streptomyces tendae* Tu 901/8c dapat menghasilkan senyawa peptida hidrofobik ekstraseluler yang bernama *streptofactin*, dimana *streptofactin* diketahui dapat menurunkan tegangan permukaan dan juga menunjukkan adanya kesamaan sifat fisikokimia dari senyawa lipopeptida mikroorganisme yang diketahui sebagai penghasil biosurfaktan.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Santos *et al.*, (2018), *Streptomyces sp. strain* DPUA1559 menunjukkan adanya potensi untuk menghasilkan molekul surfaktan dan dapat mengemulsi dengan adanya tambahan minyak kedelai sisa. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Atuanya *et al.*, (2017), diketahui bahwa terdapat *Actinomycetes* yang menghasilkan biosurfaktan yang diisolasi dari tanah terkontaminasi hidrokarbon dan tanah yang tersedimentasi yang kemudian diidentifikasi sebagai *Streptomyces sp.* Menurut Godheja *et al.*, (2014), berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Singer *et al.*, (1990), *Actinomycetes* menghasilkan aktivitas biosurfaktan ekstraseluler, terutama glikolipid seperti lipid trehalosa yang dihasilkan dari spesies *Rhodococcus* atau lipopeptida yang dihasilkan oleh *Arthrobacter sp. strain* MIS38.

Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan proses produksi biosurfaktan dari *Actinomycetes* yang diisolasi dari tanah yang

terkontaminasi limbah oli bekas dengan menggunakan metode yang telah dimodifikasi.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana proses produksi biosurfaktan dan karakteristik dari biosurfaktan yang dihasilkan melalui fermentasi oleh *Actinomycetes* yang diisolasi dari tanah terkontaminasi hidrokarbon?

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dilakukan untuk memproduksi biosurfaktan dan karakteristik dari biosurfaktan dari *Actinomycetes* yang dihasilkan melalui proses fermentasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 *Actinomycetes*

Istilah *Actinomycetes* berasal dari bahasa Yunani, yaitu aktis atau aktin yang berarti ray dan mukes yang berarti jamur. Secara tradisional, *Actinomycetes* dianggap sebagai bentuk transisi antara jamur dan bakteri (Barka *et al.*, 2016).

Actinomycetes adalah salah satu unit taksonomi terbesar diantara berbagai filum yang terkenal didomain bakteri. *Actinomycetes* dikatakan memiliki relevansi dengan dunia kedokteran manusia dan hewan, bioteknologi, dan ekologi yang mencerminkan keanekaragaman hayati dari *Actinomycetes* (Barka *et al.*, 2016).

Actinomycetes diklasifikasikan sebagai bakteri gram positif yang diketahui merupakan bakteri berfilamen yang memiliki kandungan guanin dan sitosin yang tinggi (GC). Seperti fungi yang berfilamen, *Actinomycetes* dapat membentuk miselium dan banyak dari *Actinomycetes* yang berkembang biak dengan sporulasi (Barka *et al.*, 2016).

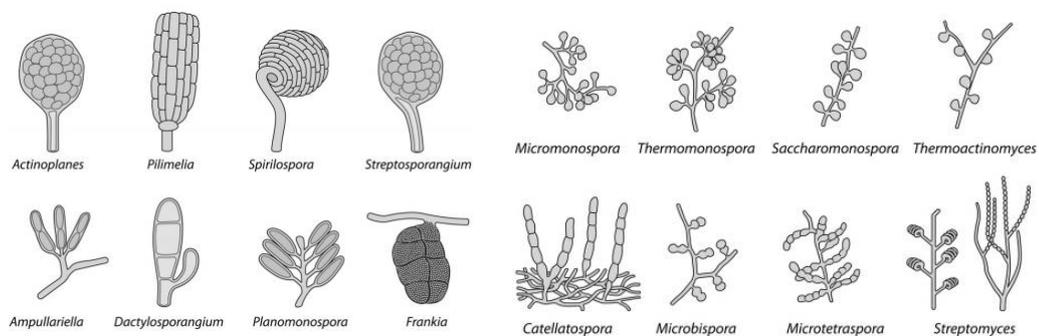
Sebagian besar *Actinomycetes*, terutama *Streptomyces*, adalah saprofit penghuni tanah yang berkembang biak selama siklus hidupnya sebagai spora semidorman, terutama dalam kondisi nutrisi yang terbatas dan kemudian beradaptasi dan dapat hidup pada berbagai lingkungan yang lebih luas. Hingga saat ini, *Actinomycetes* dapat ditemukan di tanah,

air tawar maupun air asin, dan juga di udara. *Actinomycetes* hingga saat ini berada di tanah dengan kondisi yang berlimpah, terutama pada tanah dengan kandungan bahan organik terutama pada bagian permukaan atau pada kedalaman 2 meter (Barka *et al.*, 2016).

Actinomycetes tersebar secara luas bersamaan dengan kelompok mikroorganisme lain terutama yang hidup di tanah. *Actinomycetes* diketahui dapat menghasilkan berbagai senyawa bioaktif yang penting dan memiliki nilai komersial tinggi yang dapat digunakan di dunia industri farmasi (Agdagba, 2014; Kumar *et al.*, 2019)

II.1.1 Spora *Actinomycetes*

Spora merupakan salah satu bagian terpenting dari *Actinomycetes* terutama dalam taksonominya. Langkah awal pembentukan spora dari beberapa bakteri seperti *Actinomycetes* dapat disebut dengan *budding* atau pembentukan tunas. Spora dapat terbentuk pada bagian miselium substrat dan/atau bagian miselium aerial sebagai sel tunggal atau rantai panjang (Barka *et al.*, 2016). Bentuk dari rantai spora pada *Actinomycetes* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bentuk spora yang diproduksi oleh *Actinomycetes* (Barka *et al.*, 2016)

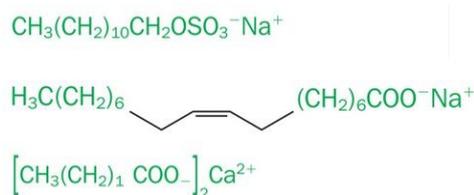
II.2 Surfaktan

Surfaktan merupakan singkatan dari *surface active agent* atau senyawa aktif permukaan. Senyawa aktif ini telah diteliti secara mendalam dan dikategorikan secara umum berdasarkan karakteristik amfifilik dan amfipatik dan berdasarkan kemampuannya untuk mengurangi tegangan permukaan dan antarmuka cairan. Surfaktan memiliki struktur berupa bagian polar (hidrofilik) dan bagian non-polar (hidrofobik) pada suatu molekul yang sama (Pacheco *et al.*, 2010; Swarbick, 2006).

Molekul surfaktan dapat diklasifikasikan berdasarkan sifat bagian hidrofilik pada molekulnya yang surfaktan terbagi atas 4 kelompok utama, yaitu (Jones, 2008; Swarbick, 2006):

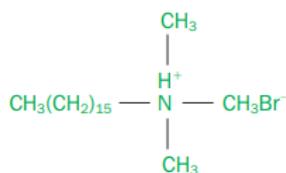
1. Surfaktan amfoter, sering juga disebut surfaktan zwitterionik, dimana pada satu molekul surfaktan terdapat kedua muatan positif dan negatif. Sifat emulsifikasinya dapat berkurang ketika terjadi penurunan pH. Contoh dari surfaktan amfoter adalah dimetilbetaine.
2. Surfaktan anionik, merupakan surfaktan yang bagian hidrofiliknya mengandung muatan negatif seperti karboksil (RCOO^-), sulfonat (RSO_3^-), atau sulfat (ROSO_3^-). Senyawa ini biasanya digunakan untuk membuat emulsi minyak dalam air yang biasanya dikombinasikan dengan surfaktan lain untuk memastikan terbentuknya film yang kuat pada antarmuka minyak atau air. Contoh-contoh surfaktan anionik, yaitu: (1) alkil sulfat seperti natrium lauril sulfat; (2) garam natrium/kalium dari asam lemak seperti natrium oleat; (3) garam

kalsium dari asam lemak seperti kalsium stearat; (3) garam amin dari asam lemak seperti trietanolamin stearat.



Gambar 2. Struktur kimia dari natrium lauril sulfat, natrium oleat, dan kalsium stearat (Jones, 2008)

3. Surfaktan kationik, merupakan surfaktan yang bagian hidrofiliknya mengandung muatan positif seperti kuartener ammonium halida ($\text{R}_4\text{N}^+\text{Cl}^-$). Senyawa ini biasanya digunakan sebagai pengawet pada formulasi topikal tetapi dapat juga digunakan untuk membentuk emulsi minyak dalam air bila dikombinasikan dengan surfaktan non-ionik dengan nilai HLB yang rendah. Contoh dari senyawa surfaktan kationik adalah campuran trimetilamonium bromida dengan dodesiltrimetilamonium bromide dan heksadesiltrimetilamonium bromide (*cetrimide*).



Gambar 3. Struktur kimia dari *cetrimide* (Jones, 2008)

4. Surfaktan non-ionik, merupakan surfaktan yang tidak bermuatan tetapi memiliki kelarutan pada air dengan kepolaran yang tinggi seperti hidroksil atau kelompok polioksietilen ($\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O}-$). Surfaktan non-ionik secara umum digunakan dengan kombinasi antara dua surfaktan

non-ionik yang larut air dan larut minyak. Kombinasi ini bertanggung jawab untuk membentuk lapisan antarmuka yang stabil. Pada umumnya surfaktan non-ionik lebih stabil dibandingkan dengan surfaktan ionik, terutama ketika terdapat unsur elektrolit dan/atau ketika terjadi perubahan pH. Contoh dari surfaktan non-ionik yang sering digunakan dalam bidang farmasi adalah tween dan span.

II.2.1 Biosurfaktan

Biosurfaktan adalah surfaktan yang dihasilkan dari mikroorganisme seperti bakteri, kapang, dan khamir, baik secara langsung di permukaan sel mikroba atau oleh sekresi ekstraseluler (Pacheco *et al.*, 2010). Biosurfaktan merupakan salah satu produk ekstraseluler amfifilik terutama yang hidup pada area yang mengandung substrat hidrofobik (Patil *et al.*, 2016).

Sebagai molekul amfifilik, biosurfaktan memiliki bagian hidrofilik dan bagian hidrofobik. Strukturnya terdiri dari satu atau lebih senyawa termasuk asam mikolat, glikolipid, kompleks polisakarida-lipid, lipoprotein, lipopeptida, fosfolipid, dan/atau permukaan sel mikroba itu sendiri (Pacheco *et al.*, 2010). Karena molekul amfifiliknya, biosurfaktan memiliki kemampuan untuk mengemulsikan dua fase cairan, dengan cara menurunkan tegangan antarmuka dari kedua cairan tersebut. Biosurfaktan bekerja dalam menurunkan tegangan antarmuka dengan mekanisme yang sama yang dilakukan oleh surfaktan yang disintesis (Md, 2012).

Potensi penggunaan biosurfaktan sebagai pengemulsi diberbagai industri seperti industri farmasi, industri makanan, dan lain-lain menjadikannya sebagai salah satu produk serbaguna. Potensi penggunaan biosurfaktan paling utama ada pada industri perminyakan, dimana penggunaan biosurfaktan dapat digunakan pada formulasi minyak dan digunakan dalam produksi minyak bumi dan bioremediasi (Patil *et al.*, 2016).

Kelebihan dari biosurfaktan meliputi: biodegradabilitas, toksisitasnya yang lebih rendah, dan tingginya kemungkinan biosurfaktan untuk diproduksi menjadi bahan baku yang terbarukan. Oleh karena keuntungannya yang telah disebutkan tadi, biosurfaktan lebih dipilih menjadi pilihan utama dibandingkan dengan surfaktan, terutama karena aplikasinya pada lingkungan (Pacheco *et al.*, 2010).

II.3 Fermentasi

Istilah fermentasi diambil dari bahasa Latin yaitu *fevere* yang berarti mendidih. Menurut Louis Pasteur, fermentasi didefinisikan sebagai "*La vie sans l'air*", yang berarti hidup tanpa udara dan ilmu fermentasi juga dikenal sebagai zimologi atau zimalurgi. Fermentasi merupakan salah satu metode penyimpanan atau pengawetan makanan tertua di seluruh dunia sejak 10.000 tahun SM. Dalam pengertian biokimia, fermentasi merupakan proses dimana metabolisme suatu senyawa organik kompleks (terutama karbohidrat) dipecah menjadi senyawa yang lebih sederhana tanpa adanya keterlibatan oksigen (Berenjian, 2019).

Produk akhir dari fermentasi berbeda-beda tergantung dari mikroorganisme yang difermentasi. Pada umumnya mikroorganisme berupa sel atau kelompok sel yang berbeda, biasanya bakteri dan terkadang fungi, alga, atau sel hewan atau tumbuhan, terlibat di dalamnya proses fermentasi. Beberapa parameter terkait dengan proses fermentasi seperti jumlah sel mikroba dan enzim penyusunnya, pH, suhu, dan media fermentasi (secara aerobik dan anaerobik). Secara umum fermentasi mikroba dibagi menjadi empat kategori, yaitu: (1) generasi; (2) produksi metabolit; (3) sintesis enzim, vitamin, dan protein; dan (4) transformasi atau konversi substrat menjadi produk (Berenjian, 2019).

II.3.1 Kultur Starter

Kultur starter dapat didefinisikan sebagai suatu sediaan yang mengandung sejumlah besar mikroorganisme yang diinginkan yang biasanya digunakan untuk mempercepat proses fermentasi. Pembuatan kultur starter dapat menghasilkan beberapa residu yang tidak dapat dihindari yang diperoleh dari substrat mikroorganisme dan senyawa lain yang berasal dari senyawa antipembekuan atau antioksidan. Sebuah kultur starter biasanya dibuat dan disesuaikan dengan media kultur yang dapat memfasilitasi peningkatan control proses fermentasi dan prediktibilitas produksinya. Pada dasarnya terdapat tiga kategori kultur starter, yaitu: (1) *single-strain cultures*, mengandung satu strain dari suatu spesies; (2) *multi-strain culutres*, mengandung lebih dari satu strain dari

suatu spesies; (3) *multi-strain mixed cultures*, mengandung strain berbeda dari spesies yang berbeda (Berenjian, 2019).