

**PENGARUH SUBSTRAT BUNGKIL INTI
KELAPA SAWIT TERHADAP PRODUKSI
DAN AKTIVITAS BIOSURFAKTAN OLEH BAKTERI
Bacillus pumilus CHN 27**

Skripsi

**Disusun untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Sains**



**Indira Putri Arthamoliza
1308621019**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH SUBSTRAT BUNGKIL INTI KELAPA SAWIT TERHADAP PRODUKSI DAN AKTIVITAS BIOSURFAKTAN OLEH BAKTERI *Bacillus pumilus* CHN 27

Nama : Indira Putri Arthamoliza
Nomor Registrasi : 1308621019

Nama



Tanda tangan Tanggal

Penanggung Jawab

Dekan : Dr. Hadi Nasbey, S.Pd., M.Si.
NIP. 197909162005011004

02/02-2026

Wakil Penanggung Jawab

Wakil Dekan I : Dr. Meiliasari, S.Pd., M.Si.
NIP. 197905042009122002

02/02-2026

Ketua : Prof. Dr. Ratna Komala, M.Si.
NIP. 196408151989032002

27/01-2026

Sekretaris/Penguji II : Annisa Wulan Agus Utami, M.Si.
NIP. 199108012019032016

30/01 2026

Anggota

Pembimbing I : Dr. Tri Handayani Kurniati, M.Si.
NIP. 196603161992032001

27/01-2026

Pembimbing II : Ns. Sri Rahayu, M.Biomed.
NIP. 197909252005012000

28/01-2026

Penguji I : Dr. Adisyahputra, M.S.
NIP. 196011111987031003

27/01 2026

Dinyatakan lulus ujian skripsi pada tanggal 21 Januari 2026

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“Pengaruh Substrat Bungkil Inti Kelapa Sawit Terhadap Produksi dan Aktivitas Biosurfaktan Oleh Bakteri *Bacillus pumilus* CHN 27”** yang disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dari Program Studi Biologi Universitas Negeri Jakarta adalah karya ilmiah saya dengan arahan dari dosen pembimbing.

Sumber informasi yang diperoleh dari penulis lain yang telah dipublikasikan yang disebut dalam teks skripsi ini, telah dicantumkan dalam Daftar Pustaka sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Jika dikemudian hari ditemukan sebagian besar skripsi ini bukan hasil karya saya sendiri dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sanding dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Jakarta, 17 Januari 2026



Indira Putri Arthamoliza



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Indira Putri Arthamoliza
NIM : 1308621019
Fakultas/Prodi : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam / Biologi
Alamat email : molizaindira@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Pengaruh Substrat Bungkil Inti Kelapa Sawit terhadap Produksi dan Aktivitas Biosurfaktan
Oleh Bakteri *Bacillus pumilus* CHN 27

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 03 Februari 2026

Indira Putri Arthamoliza

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Substrat Bungkil Inti Kelapa Sawit Terhadap Produksi dan Aktivitas Biosurfaktan Oleh *Bacillus pumilus* CHN 27”. Skripsi ini dibuat sebagai syarat mendapatkan gelar Sarjana Sains dalam Program Studi Biologi di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dr. Tri Handayani Kurniati, M.Si. selaku pembimbing I dan Ibu Ns. Sri Rahayu, M.Biomed selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan, fasilitas, serta nasihat kepada penulis selama melakukan penelitian skripsi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Adisyahputra, M.S. selaku penguji I, Ibu Annisa Wulan Agus Utami, M.Si. selaku penguji II serta Ibu Prof. Dr. Ratna Komala, M.Si. selaku ketua sidang yang telah memberikan saran dan masukan sehingga skripsi yang penulis susun menjadi lebih baik. Terima kasih penulis sampaikan kepada Ibu Dr. Elsa Lisanti, M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan, saran, serta motivasi selama penulis menjalankan perkuliahan di Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta. Penghargaan penulis sampaikan kepada Koordinator Program Studi Biologi Ibu Dr. Tri Handayani, M.Si., Wakil Dekan Bidang Akademik Ibu Dr. Meiliasari, S.Pd., M.Sc., dan Dekan FMIPA UNJ Bapak Dr. Hadi Nasbey, S.Pd., M.Si. atas bantuan dan izin yang diberikan untuk pelaksanaan penelitian.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada kedua orang tua yaitu Bapak Daus Combet dan Ibu Nelly Susanti yang telah memberikan dukungan moral dan material, serta selalu mendoakan kelancaran penelitian penulis. Terima kasih penulis sampaikan kepada para staf Laboratorium Mikrobiologi yaitu Kak Alike, Kak Leni, Kak Syaid, dan Kak Reza yang telah memfasilitasi serta membantu dalam melancarkan penelitian penulis. Terima kasih kepada Wilsen Marcelino Sudarsono selaku rekan penelitian yang telah membantu penulis dari awal hingga akhir penelitian. Terima kasih pula kepada Riyani, Nihlah, Dasilva, Nadhira, Yunita, Rizka, Suslyana, Laila, Nurul, serta teman-teman penelitian Mikrobiologi lainnya yang telah memberikan semangat dan membantu dalam

penelitian penulis. Terima kasih juga penulis berikan kepada Muhammad Bayu Rifqi, S.Pd. yang selalu memberikan dukungan serta semangat kepada penulis dalam penyelesaian penelitian skripsi.

Penulis menyadari dalam pembuatan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, sehingga saran dan masukan sangat penulis harapkan untuk perbaikan penelitian skripsi yang lebih baik. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembacanya.

Jakarta, 17 Januari 2026



Indira Putri Arthamoliza



ABSTRAK

INDIRA PUTRI ARTHAMOLIZA. Pengaruh Substrat Bungkil Inti kelapa Sawit Terhadap Produksi dan Aktivitas Biosurfaktan Oleh Bakteri *Bacillus pumilus* CHN 27. Skripsi. Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Januari 2026.

Biosurfaktan merupakan senyawa metabolit dihasilkan oleh mikroorganisme dengan struktur yang dapat diurai oleh lingkungan dan tidak bersifat toksik. Produksi biosurfaktan oleh mikroorganisme dipengaruhi oleh jenis substrat yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh substrat bungkil inti kelapa sawit (BIS) sebagai substrat terhadap produksi biosurfaktan kasar dan menganalisis pengaruh BIS terhadap aktivitas biosurfaktan yang dihasilkan oleh *Bacillus pumilus* CHN 27. Metode yang dilakukan adalah eksperimental menggunakan rancangan acak kelompok dengan dua faktor penelitian berupa variasi konsentrasi bungkil inti kelapa sawit dengan penambahan 2% minyak goreng bekas dan 1% urea serta waktu inkubasi (hari ke-4, 5, dan 6). Pengelompokan dilakukan dengan ulangan sebanyak tiga kali. Biosurfaktan kasar diperoleh melalui pengendapan dengan asam. Aktivitas biosurfaktan diperoleh dengan pengujian *drop collapse*, *oil spreading*, nilai tegangan permukaan (mN/m) dan indeks emulsifikasi (%). Analisis data menggunakan ANAVA dua arah ($p < 0,05$). Hasil analisis yang berpengaruh signifikan dilanjutkan dengan uji DMRT. Uji *drop collapse* menunjukkan hasil positif biosurfaktan ditandai dengan tetesan minyak yang melebar. Uji *oil spreading* menunjukkan hasil positif biosurfaktan ditandai dengan terbentuknya zona bening pada bagian minyak yang ditetesi supernatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substrat bungkil inti kelapa sawit berpengaruh signifikan terhadap produksi biosurfaktan kasar ($P < 0,05$). Produksi biosurfaktan berkisar 30,43– 51,71 mg/30 mL. Kombinasi BIS dengan minyak goreng bekas serta BIS dengan urea menunjukkan peningkatan yang signifikan terhadap produksi biosurfaktan. Variasi konsentrasi substrat bungkil inti kelapa sawit berpengaruh signifikan terhadap aktivitas biosurfaktan ($P < 0,05$). Hasil indeks emulsifikasi biosurfaktan berkisar 47,04 – 57,49% dan nilai tegangan permukaan berkisar 29,74 – 38,57 mN/m. Tidak terdapat peningkatan yang signifikan terhadap indeks emulsifikasi dan nilai tegangan permukaan biosurfaktan dengan perlakuan kombinasi substrat BIS dengan minyak goreng bekas maupun urea.

Kata kunci: *Bacillus pumilus* CHN 27, biosurfaktan, bungkil inti kelapa sawit, emulsifikasi, dan tegangan permukaan

ABSTRACT

INDIRA PUTRI ARTHAMOLIZA. Effect of Palm Kernel Cake As A Substrate On Biosurfactant Production and Activity By *Bacillus pumilus* CHN 27. Undergraduate Thesis, Departement of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, State University of Jakarta. January 2026.

Biosurfactants are metabolic compounds produced by microorganisms that are environmentally friendly, biodegradable, and non-toxic. Their production is influenced by several factors, including the type of substrate used. This study aimed to evaluate the effect of palm kernel cake (PKC) as a substrate on crude biosurfactant production and its activity produced by *Bacillus pumilus* CHN 27. The study was conducted experimentally using a randomized block design with two factors: variations in PKC concentration supplemented with 2% waste cooking oil and 1% urea, and incubation time (days 4, 5, and 6). Each treatment was performed in three replicates. Crude biosurfactant was obtained through acid precipitation. Biosurfactant activity was assessed using drop collapse and oil spreading assays, surface tension measurement (mN/m), and emulsification index (%). Data were analyzed using two-way ANOVA ($p < 0.05$), followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT). The drop collapse assay showed positive biosurfactant activity, indicated by the spreading of oil droplets, while the oil spreading test showed the formation of clear zones on the oil surface. The results demonstrated that PKC significantly affected crude biosurfactant production ($p < 0.05$), with yields ranging from 30.43 to 51.71 mg/30 mL. The combination of PKC with waste cooking oil and urea significantly increased biosurfactant production. PKC concentration also significantly influenced biosurfactant activity ($p < 0.05$), with emulsification index values of 47.04–57.49% and surface tension values of 29.74–38.57 mN/m. However, combined substrates did not significantly improve emulsification index or surface tension.

Keyword: *Bacillus pumilus* CHN 27, biosurfactant, emulsification palm kernel cake, and surface tension

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
 BAB II KAJIAN PUSTAKA	 5
A. Biosurfaktan	5
B. Biosintesis Biosurfaktan	8
C. Aktivitas Biosurfaktan	10
D. Pengukuran Aktivitas Biosurfaktan	13
E. Faktor yang Mempengaruhi Produksi dan Aktivitas Biosurfaktan	14
F. Bakteri <i>Bacillus pumilus</i> Penghasil Biosurfaktan	16
G. Bungkil Inti Kelapa Sawit Sebagai Substrat	17
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	 20
A. Tempat dan Waktu Penelitian	20
B. Metode Penelitian	20
1. Alat dan Bahan	21
2. Prosedur Penelitian	22
2.1 Pembuatan Inokulum Bakteri	23
2.2 Perhitungan Jumlah Bakteri dengan <i>Total Plate Count</i>	23
2.3 Produksi Biosurfaktan oleh <i>B.pumilus</i> CHN 27	23
2.4 Ekstraksi Biosurfaktan Kasar (<i>Crude Biosurfactant</i>)	24
2.5 Uji Aktivitas Biosurfaktan	24
2.5.1 Uji <i>Drop Collapse</i>	24
2.5.2 Uji <i>Oil Spreading</i>	24
2.5.3 Pengukuran Tegangan Permukaan	25
2.5.4 Pengukuran Indeks Emulsifikasi	25
C. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data	25
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	 26
A. Kandungan Bungkil Inti Kelapa Sawit	26
B. Kepadatan Sel Bakteri <i>Bacillus pumilus</i> CHN 27 dalam Inokulum	27
C. Produksi Biosurfaktan Kasar (<i>Crude biosurfactant</i>) Oleh Bakteri <i>Bacillus pumilus</i>	

CHN 27.....	27
D. Aktivitas Biosurfaktan Bakteri <i>Bacillus pumilus</i> CHN 27.....	32
1. <i>Oil Spreading</i> dan <i>Drop Collapse</i>	33
2. Nilai Tegangan Permukaan.....	35
3. Indeks Emulsifikasi.....	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
A. Kesimpulan	42
B. Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN.....	54
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	64



DAFTAR TABEL

Halaman

1. Kombinasi perlakuan penelitian.....	21
2. Hasil analisis proksimat bungkil inti kelapa Sawit	26
3. Hasil uji ANAVA dua arah pengaruh konsentrasi substrat bungkil inti kelapa sawit dan waktu inkubasi terhadap produksi biosurfaktan kasar yang dihasilkan oleh bakteri <i>Bacillus pumilus</i> CHN 27	28
4. Hasil uji DMRT produk biosurfaktan kasar yang dihasilkan oleh bakteri <i>Bacillus pumilus</i> CHN 27 pada variasi substrat bungkil inti kelapa sawit.....	29
5. Diameter zona bening uji oil spreading supernatan <i>Bacillus pumilus</i> CHN 27 pada setiap perlakuan	34
6. Hasil ANAVA dua arah pengaruh variasi konsentrasi substrat bungkil inti kelapa sawit dan waktu inkubasi terhadap penurunan tegangan permukaan pada biosurfaktan yang dihasilkan oleh bakteri <i>Bacillus pumilus</i> CHN 27.....	36
7. Hasil uji DMRT nilai tegangan permukaan biosurfaktan yang dihasilkan oleh bakteri <i>Bacillus pumilus</i> CHN 27 pada variasi konsentrasi substrat bungkil inti kelapa sawit.....	36
8. Hasil ANAVA dua arah pengaruh variasi konsentrasi substrat bungkil inti kelapa sawit dan waktu inkubasi terhadap indeks emulsifikasi pada biosurfaktan yang dihasilkan oleh bakteri <i>Bacillus pumilus</i> CHN 27.	39
9. Hasil uji DMRT indeks emulsifikasi biosurfaktan yang dihasilkan oleh bakteri <i>Bacillus pumilus</i> CHN 27 pada variasi konsentrasi substrat bungkil inti kelapa sawit.....	39
10. Perhitungan Total Plate Count pada <i>B.pumilus</i> CHN 27.....	55
11. Hasil berat kering (mg/30 mL) biosurfaktan kasar <i>B. pumilus</i> CHN 27.....	57
12. Hasil nilai tegangan permukaan (mN/m) biosurfaktan <i>B. pumilus</i> CHN 27..	58
13. Hasil indeks emulsifikasi (%) biosurfaktan <i>B. pumilus</i> CHN 27.....	59

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Struktur Molekul Biosurfaktan	5
2. Struktur Kimia Biosurfaktan Lipopeptida.....	6
3. Struktur Kimia Biosurfaktan Glikolipid	7
4. Struktur Kimia Biosurfaktan Fosfolipid	7
5. Jalur metabolisme sintesis biosurfaktan menggunakan substrat larut air	8
6. Jalur metabolisme sintesis biosurfaktan menggunakan substrat hidrokarbon	9
7. Sintesis biosurfaktan lipopeptida pada <i>Non-Ribosomal Peptide Synthetase</i>	10
8. Tegangan Permukaan	10
9. Penurunan tegangan permukaan oleh molekul biosurfaktan	11
10. <i>Critical Micelle Concentration</i> Biosurfaktan.....	11
11. Agregat Biosurfaktan (misel)	12
12. Struktur Kimia Surfaktin.....	16
13. A) Bagian Buah Kelapa Sawit, B) Bungkil Inti Kelapa Sawit	17
14. Bagan Alir Penelitian	22
15. <i>Total plate count</i> (TPC) inokulum bakteri <i>Bacillus pumilus</i> CHN 27 pengenceran 10^{-6} pada media Nutrient Agar	27
16. Uji <i>drop collapse</i> supernatan <i>Bacillus pumilus</i> CHN 27 pada variasi konsentrasi substrat bungkil inti kelapa sawit.	33
17. Uji oil spreading supernatan <i>Bacillus pumilus</i> CHN 27 pada variasi konsentrasi susbtrat bungkil inti kelapa sawit	34
18. Pengukuran indeks emulsifikasi biosurfaktan berdasarkan variasi konsentrasi substrat bungkil inti kelapa sawit.....	38
19. Hasil pewarnaan Gram <i>Bacillus pumilus</i> CHN 27.....	56
20. Supernatan hasil produksi biosurfaktan <i>Bacillus pumilus</i> CHN 27	56
21. Hasil ekstraksi biosurfaktan kasar pada supernatan.....	56
22. Hasil produksi biosurfaktan kasar yang dikeringkan dengan metode <i>freeze</i>	

<i>drying</i>	56
23. Hasil uji ANAVA dua arah pada berat kering biosurfaktan kasar.....	60
24. Hasil uji lanjut DMRT pada berat kering biosurfaktan kasar	60
25. Hasil uji ANAVA dua arah pada nilai tegangan permukaan biosurfaktan	61
26. Hasil uji lanjut DMRT pada nilai tegangan permukaan biosurfaktan.....	61
27. Hasil uji ANAVA dua arah pada indeks emulsifikasi biosurfaktan	62
28. Hasil uji lanjut DMRT pada indeks emulsifikasi biosurfaktan.....	62
29. Hasil uji proksimat bungkil inti kelapa sawit.....	63



DAFTAR LAMPIRAN

1. Prosedur freeze drying	54
2. Perhitungan <i>Total Plate Count</i> (TPC) Kepadatan Sel Bakteri <i>B.pumilus</i> CHN 27 dalam Inokulum	55
3. Dokumentasi penelitian.....	56
4. Data Hasil Pengamatan	57
5. Analisis Statistik	60
6. Hasil uji proksimat bungkil inti kelapa sawit.....	63

