

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

KARAKTERISASI GENOMIK, GEN RESISTENSI ANTIBIOTIK, DAN GEN *pspK* PADA ISOLAT *NON- TYPEABLE Streptococcus pneumoniae*

SALMA KAMILA WINDARJAT



**DEPARTEMEN BIOKIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



- 

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Karakterisasi Genomik, Gen Resistensi Antibiotik, Dan Gen *pspK* pada Isolat *Non-Typeable Streptococcus pneumoniae*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2025

Salma Kamila Windarjat
NIM G8401211010

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



- 

ABSTRAK

SALMA KAMILA WINDARJAT. Karakterisasi Genomik, Gen Resistensi Antibiotik dan Gen *pspK* pada Isolat *Non-Typeable Streptococcus pneumoniae*. Dibimbing oleh UKHRADIYA MAGHARANIQ SAFIRA P. dan DODI SAFARI.

Streptococcus pneumoniae (pneumokokus) merupakan bakteri penyebab pneumonia, sepsis, dan meningitis pada anak-anak dan orang tua yang memiliki lebih dari 100 serotipe berdasarkan struktur kapsul polisakarida (CPS). Tetapi hanya <30 serotipe yang termasuk dalam vaksin pneumokokus. *Non-Typeable S. pneumoniae* (NTSPn) merupakan isolat non-vaksin dengan gen *pspK* sebagai salah satu gen penanda. Penelitian ini bertujuan mengkarakterisasi genom, gen resistensi antibiotik, dan gen *pspK* pada isolat NTSPn dari sampel swab nasofaring di Indonesia. Metode yang digunakan meliputi kultur, identifikasi bakteri, ekstraksi DNA, *whole genome sequencing* (WGS), dan visualisasi dengan elektron mikroskop. Analisis data genom dilakukan dengan *pipeline* ASA³P, *PathogenWatch*, *Genoscope*, dan *DNA features*. Dari 536 data WGS, terdapat 42 isolat yang teridentifikasi sebagai NTSPn, sebanyak 40 isolat merupakan *sequence type* baru. Isolat NTSPn menunjukkan resistensi tertinggi pada co-trimoxazole sebesar 78,6% (n=35) dan eritromisin sebesar 66,7% (n=28). Prevalensi gen *pspK* cukup tinggi sebesar 35% (n=15).

Kata kunci: *Non-typeable*, *pspK*, *S. pneumoniae*, kapsul polisakarida, resistensi

ABSTRACT

SALMA KAMILA WINDARJAT. Genomic Characterization, Antibiotic Resistance Genes, and the *pspK* Gene in Non-Typeable *Streptococcus pneumoniae* Isolates. Supervised by UKHRADIYA MAGHARANIQ SAFIRA P. and DODI SAFARI.

Streptococcus pneumoniae (pneumococcus) is a leading bacterial pathogen causing pneumonia, sepsis, and meningitis in children and the elderly. It possesses more than 100 serotypes based on the structure of its capsular polysaccharide (CPS), yet fewer than 30 serotypes are included in current pneumococcal vaccines. Non-typeable *S. pneumoniae* (NTSPn) refers to non-vaccine isolates, with the *pspK* gene recognized as one of their genetic markers. This study aimed to characterize the genome, antibiotic resistance genes, and *pspK* gene in NTSPn isolates collected from nasopharyngeal swab samples in Indonesia. The methods included bacterial culture, identification, DNA extraction, whole genome sequencing (WGS), and visualization by electron microscopy. Genomic data were analyzed using ASA³P, *PathogenWatch*, *Genoscope*, and *DNA feature pipelines*. Of 536 WGS datasets, 42 isolates were identified as NTSPn based on CPS locus analysis, with 40 of them representing novel sequence types. The NTSPn isolates exhibited the highest resistance to co-trimoxazole (78.6%, n=35) and erythromycin (66.7%, n=28). The prevalence of the *pspK* gene was relatively high at 35% (n=15).

Keywords: Non-typeable, *pspK*, *S. pneumoniae*, capsul polysaccharide, resistance



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

**KARAKTERISASI GENOMIK, GEN RESISTENSI
ANTIBIOTIK, DAN GEN *pspK* PADA ISOLAT *NON-
TYPEABLE Streptococcus pneumoniae***

SALMA KAMILA WINDARJAT

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Biokimia

**DEPARTEMEN BIOKIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Drs. Djarot Sasongko Hami Seno, M.S.
2. Dr. Syamsul Falah, S.Hut., M.Si.

Judul Skripsi : Karakterisasi Genomik, Gen Resistensi Antibiotik, dan Gen *pspK* pada Isolat *Non-Typeable Streptococcus pneumoniae*
Nama : Salma Kamila Windarjat
NIM : G8401211010

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Ukhradiya Magharaniq Safira P., S.Si., M.Si.



Pembimbing 2:
Dodi Safari, S.Si., Ph.D.



Diketahui oleh

Ketua Departemen Biokimia:
Prof. Dr. Mega Safithri, S.Si., M.Si.
NIP. 197709152005012002



Tanggal Ujian:
16 Juli 2025

Tanggal Lulus:





PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga usulan penelitian ini berhasil diselesaikan untuk melaksanakan penelitian sebagai tugas akhir sarjana di Departemen Biokimia. Judul yang dipilih dalam penyusunan tugas akhir ini adalah “Karakterisasi Genomik, Gen Resistensi Antibiotik, dan Gen *pspK* pada Isolat *Non-Typeable Streptococcus Pneumoniae*”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada pembimbing Ukhrajiya Magharaniq Safira P., S.Si., M.Si. selaku pembimbing I yang memberikan banyak masukan, bantuan, serta dorongan. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada Dodi Safari, S.Si., Ph.D. selaku pembimbing II yang telah memberikan banyak kesempatan dan pengalaman baru, memberi saran dan masukan, serta memberi banyak motivasi pada penulis.

Tidak lupa ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada civitas Kelompok Riset Molekuler Patogen, Pusat Riset Biologi Molekuler Eijkman yang telah membantu untuk belajar lebih banyak dan membantu dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih kepada Ratna Fathma Sari, M.Si., Dr. Yustinus Maladan, M.Si., Hansetyo, Chelsea, Kak Nuri, Kak Balqis, Kak Ghina, Nathania, Tarra, Kesya, dan Clarita yang banyak membantu dalam proses belajar dan penelitian di PRBM Eijkman. Selain itu, penulis ucapkan terima kasih kepada kedua orang tua Riska Windyasari dan Abidin Windarjat serta kakak dan adik Salsabila dan Syareefa yang selalu memberi dukungan tanpa henti baik moril dan materil dalam proses menyelesaikan jenjang sarjana ini. Penulis juga ucapkan terima kasih kepada teman-teman penulis khususnya Amanda, Rakanita, Berlian, Lalita, Dhani, Ayu, Nisrina, Mumun, Indah, Elva, Gita, Utiya, dan Rani serta teman-teman dan kerabat lain yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.

Penulis menyadari bahwa di dalam usulan penelitian ini masih ada banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis memohon maaf atas kesalahan dan kekeliruan yang terdapat dalam usulan penelitian ini. Kritik dan saran yang membangun penulis harapkan dari pembaca untuk keberlanjutan dan kebaikan ke depan. Semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2025

Salma Kamila Windarjat



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Hipotesis	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Streptococcus pneumoniae	3
2.2 Patogenitas dan Infeksi <i>S. pneumoniae</i>	4
2.3 Lokus Kapsul Polisakarida	5
2.4 <i>Non-typeable S. pneumoniae</i>	6
2.5 Serotyping	7
2.6 Whole Genome Sequencing	8
2.7 Transmisi Elektron Mikroskop	8
III METODE	10
3.1 Waktu dan Tempat	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Prosedur Kerja	10
IV HASIL	14
4.1 Prevalensi Bakteri NTSPn di Indonesia	14
4.2 Morfologi Bakteri NT <i>S. pneumoniae</i>	14
4.3 Karakterisasi Genomik NT <i>Streptococcus pneumoniae</i>	16
4.4 Profil Resistensi Antimikroba Bakteri NT <i>S. pneumoniae</i>	21
4.5 Identifikasi Lokus CPS dan Gen <i>pspK</i>	22
V PEMBAHASAN	24
5.1 Prevalensi dan Morfologi NT <i>S. pneumoniae</i>	24
5.2 Karakteristik Genom, ST, GPSC, dan Filogenetik NT <i>S. pneumoniae</i>	25
5.3 Profil Resistensi Antimikroba Bakteri NT <i>S. pneumoniae</i>	26
5.4 Karakterisasi Lokus Kapsul Polisakarida dan Gen <i>pspK</i>	27
VI SIMPULAN DAN SARAN	30
6.1 Simpulan	30
6.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	37

DAFTAR TABEL

1	Kelompok NCC pada NTSPn	7
2	Komposisi larutan pre-lisis untuk setiap sampel	11
3	Karakteristik genom isolat NTSPn	16
4	Profil ST dan GPSC NTSPn	18
5	Identifikasi gen <i>pspK</i> , <i>aliC</i> , dan <i>aliD</i> pada isolat NTSPn	22

DAFTAR GAMBAR

1	Morfologi <i>S. pneumoniae</i>	3
2	Kelompok vaksin PCV dan PPV	5
3	Biosintesis kapsul polisakarida <i>S. pneumoniae</i>	6
4	Perbandingan morfologi NTSPn dan <i>S. pneumoniae</i> berkapsul	7
5	Persebaran serotipe <i>S. pneumoniae</i>	14
6	Perbandingan morfologi	15
7	Perbandingan visualisasi kapsul NTSPn dengan <i>S. pneumoniae</i> serotipe 3	15
8	Persebaran ST berdasarkan analisis <i>PathogenWatch</i>	17
9	Persebaran ST berdasarkan analisis PubMLST	18
10	Analisis filogenetik isolat NTSPn	20
11	Heatmap gen resistensi antibiotik NTSPn	21
12	Visualisasi lokus CPS pada isolat NTSPn NCC1	23

DAFTAR LAMPIRAN

1	Bagan alir penelitian	39
2	Locus CPS isolat <i>S. pneumoniae</i> serotipe 19F	39

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.