

IDENTIFIKASI GEN PENYANDI TOKSIN PADA ISOLAT LOKAL *Bacillus cereus*

NASHWA EVANTI RAMADHANI



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
IPB UNIVERSITY
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Identifikasi Gen Penyandi Toksin pada Isolat Lokal *Bacillus cereus*” 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, Mei 2026

Nashwa Evanti Ramadhani
F2401221108

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



ABSTRAK

NASHWA EVANTI RAMADHANI. Identifikasi Gen Penyandi Toksin pada Isolat Lokal *Bacillus cereus*. Dibimbing oleh RATIH DEWANTI-HARIYADI dan INAS SUCI RAHMAWATI.

Keamanan pangan merupakan aspek penting dalam mencegah terjadinya penyakit bawaan pangan yang berpotensi berkembang menjadi Kejadian Luar Biasa keracunan pangan. Bahaya biologis khususnya bakteri patogen, merupakan penyebab etiologi penting dalam keracunan pangan. Salah satu contoh bakteri yang sering menyebabkan keracunan pangan adalah *Bacillus cereus* karena kemampuannya dalam membentuk endospora dan menghasilkan toksin berbahaya. Penelitian ini bertujuan menganalisis dan memverifikasi keberadaan gen penyandi toksin emetik *cesB*, serta gen enterotoksin *hblD*, *nheA*, *cytK-1*, *cytK-2* dan gen *cry2* pada isolat lokal *B. cereus*. Data diperoleh melalui metode *Polymerase Chain Reaction* dan dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk mengetahui prevalensi tiap gen toksin. Hasil penelitian menunjukkan gen enterotoksin *nheA* dan *hblD* terdeteksi pada seluruh isolat (100%), dilanjutkan oleh *cytK-2* (84,8%) yang memiliki prevalensi lebih tinggi daripada *cytK-1* (18,2%). Sebaliknya, gen emetik *cesB* (21,2%) terdeteksi dengan prevalensi lebih rendah yang mengindikasikan bahwa potensi keracunan pangan cenderung didominasi oleh gangguan diare dibandingkan sindrom muntah. Distribusi gen pada berbagai jenis pangan menunjukkan bahwa gen enterotoksin tersebar luas, sementara gen emetik memiliki distribusi yang terbatas pada jenis pangan tertentu dengan prevalensi yang lebih rendah. Temuan ini mengindikasikan bahwa potensi keracunan pangan oleh *B. cereus* tergolong cukup tinggi sehingga diperlukan pengendalian yang lebih efektif terhadap pertumbuhan *B. cereus* pada berbagai jenis pangan.

Kata kunci: *Bacillus cereus*, keamanan pangan, keracunan pangan, PCR, toksin



ABSTRACT

NASHWA EVANTI RAMADHANI. Identification of Toxin-Encoding Genes in Local *Bacillus cereus* Isolates. Supervised by RATIH DEWANTI-HARIYADI and INAS SUCI RAHMAWATI.

Food safety is essential in preventing foodborne illness that can develop into foodborne disease outbreaks. Biological hazards, particularly pathogenic bacteria, are the main contributors to such foodborne disease outbreaks. One of the most common bacteria associated with foodborne illnesses is *Bacillus cereus*, due to its ability to form endospores and produce harmful toxins. This study aimed to analyze and verify the presence of toxin-encoding genes, including the emetic gene *cesB* and the enterotoxin genes *hblD*, *nheA*, *cytK-1*, and *cytK-2*, as well as the *cry2* gene in local *B. cereus* isolates using Polymerase Chain Reaction (PCR). The results showed that *nheA* and *hblD* were detected in all isolates (100%), followed by *cytK-2* (84.8%), which was more prevalent than *cytK-1* (18.2%). In contrast, *cesB* (21.2%) was detected at a lower prevalence, indicating that foodborne illness is more likely dominated by diarrheal syndrome rather than emetic syndrome. Enterotoxin genes were widely distributed across food types, whereas the emetic gene was more limited to certain food types with lower prevalence. These findings indicate a relatively high risk of foodborne illness caused by *B. cereus*, highlighting the need for more effective control of bacterial growth in food products.

Keywords: *Bacillus cereus*, foodborne disease, food safety, PCR, toxin.



@Hak cipta milik IPB University

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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026¹
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.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IDENTIFIKASI GEN PENYANDI TOKSIN PADA ISOLAT LOKAL *Bacillus cereus*

NASHWA EVANTI RAMADHANI

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

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
IPB UNIVERSITY
BOGOR
2026**

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 University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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. Diah Chandra Aryani, S.T.P., M. Sc

Perpustakaan IPB University



Judul Skripsi : Identifikasi Gen Penyandi Toksin pada Isolat Lokal *Bacillus cereus*

Nama : Nashwa Evanti Ramadhani
NIM : F2401221108

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Ratih Dewanti M.Sc.
NIP. 196209201986032002

Pembimbing 2:

Dr. Inas Suci Rahmawati, S.T.P., M.Si.
NIP. 199403092024062001

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Ing. Dase Hunaefi, S.Tp., M.Food.St
NIP. 197912082005011003

Tanggal Ujian:
22 Mei 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2025 sampai bulan Desember 2025 ini ialah *Bacillus cereus*, dengan judul “Identifikasi Gen Penyandi Toksin pada Isolat Lokal *Bacillus cereus*”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Ratih Dewanti, M.Sc., selaku dosen pembimbing utama, yang dengan penuh kesabaran senantiasa memberikan bimbingan, arahan, serta masukan kepada penulis sejak awal perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Inas Suci Rahmawati, S.T.P., M.Si., selaku dosen pembimbing kedua, yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta mendampingi penulis selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi dengan penuh semangat dan kesabaran.
3. Ibu Dr. Diah Chandra Aryani, S.T.P., M.Sc., yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta dukungan, termasuk dalam penyediaan fasilitas, pendanaan, dan gagasan penelitian melalui hibah dosen muda.
4. Ibu Riska Dwi Nanda, selaku teknisi yang juga berperan sebagai pembimbing lapangan, yang telah banyak membantu dan membimbing penulis selama proses penelitian hingga selesai.
5. Papa Edy Purwoko, Ibu Susilawati, Kakak Marsha Edina Adzhani, Kakak Panji Muhammad, dan Adik Cherika Shakayla Afsheen, yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan menjadi sumber kekuatan bagi penulis dalam setiap langkah yang ditempuh.
6. Caesa Anindita, selaku sahabat penulis sejak awal perkuliahan di IPB University, yang senantiasa memberikan semangat serta menjadi tempat berbagi cerita, baik mengenai akademik maupun kehidupan pribadi.
7. Rafiyandi Putra Pasha, seseorang yang selalu ada di balik setiap langkah penulis, yang senantiasa memberikan dukungan tanpa henti serta menjadi salah satu sumber kekuatan dalam keseharian penulis.
8. Hanifa Maulidina Marizqi, selaku sahabat penulis yang semakin dekat seiring berjalannya waktu selama perkuliahan dan selalu menjadi pendengar yang baik serta memberikan dukungan dalam setiap situasi.
9. Nida Aulia Wahyudi, selaku teman terbaik penulis, yang senantiasa memberikan dukungan dan bantuan besar selama masa penelitian hingga penyusunan skripsi serta mengingatkan “kita jangan sampai berantem ya.”
10. Tiara Hafsah dan Dian Khairani, selaku sahabat dan rekan Kunigiri, yang senantiasa memberikan dukungan selama masa perkuliahan.
11. Raitha Alissa Savira Ananta, selaku rekan magang di PT So Good Food Manufacturing, yang telah menjalani seluruh rangkaian kegiatan magang bersama penulis dengan penuh semangat serta saling memberikan dukungan.
12. Mila dan Dinda, sahabat penulis sejak SMA yang telah dianggap sebagai saudara sendiri dan senantiasa memberikan dukungan hingga saat ini.



- 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

13. Ammara, Nadya, Felda, Trissa, Andin, Hana, dan Karn, sahabat penulis sejak SMP yang telah menjadi tempat berbagi cerita dan keluh kesah.
14. Nyimas, Utin, Fizar, Khaira, Nazriel, Jona, dan Indra, selaku rekan KKNT Puduk Wetan, yang telah memberikan dukungan dan semangat sejak awal kegiatan KKNT hingga penyusunan skripsi.
15. Rere, Rai, Salman, Eja, Nomus, dan Pihan, selaku teman PPKU, yang senantiasa memberikan dukungan sejak awal masa perkuliahan.
16. Fauziah Fakhrana, selaku teman via *online* yang sudah memberikan dukungan kepada penulis sejak SD dan tempat berbagi cerita.
17. Teman-teman Penggerak Kesejahteraan Internal (Perakit) Himitepa 2023/2024, yang telah memberikan pengalaman berharga serta pembelajaran mengenai arti kebersamaan dan pengembangan diri.
18. Teman-teman K2 ITP 59, yang telah memberikan kebahagiaan serta saling mendukung satu sama lain selama masa perkuliahan.
19. Saya selaku penulis yang telah berjuang untuk tetap kuat, pantang menyerah, dan menjaga semangat dalam menjalani setiap proses perkuliahan hingga akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Mei 2026

Nashwa Evanti Ramadhani



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Keamanan Pangan	5
2.2 Bahaya Mikrobiologi Keamanan Pangan	5
2.2.1 <i>Bacillus cereus</i>	6
2.2.1.1 Penyakit karena <i>Bacillus cereus</i>	7
2.2.1.2 KLB-KP karena <i>Bacillus cereus</i>	10
2.2.2 Identifikasi <i>Bacillus cereus</i> secara <i>Polymerase Chain Reaction</i>	10
III METODE	12
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Prosedur Kerja	13
3.3.1 Persiapan kultur <i>Bacillus cereus</i>	13
3.3.2 Ekstraksi DNA	14
3.3.3 Optimasi suhu <i>annealing</i>	14
3.3.4 Deteksi gen penyandi toksin <i>Bacillus cereus</i>	16
3.4 Analisis Data	17
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Hasil ekstraksi DNA	19
4.2 Optimasi suhu <i>annealing</i>	22
4.3 Deteksi gen penyandi toksin pada isolat lokal <i>Bacillus cereus</i>	25
V SIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Simpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
RIWAYAT HIDUP	40



DAFTAR TABEL

1	Tabel 1 Isolat lokal <i>Bacillus cereus</i> dari berbagai bahan pangan lokal.....	12
2	Tabel 2 Kondisi PCR yang digunakan pada setiap gen toksin	15
3	Tabel 3 <i>Primer</i> yang digunakan dalam penelitian ini.....	16
4	Tabel 4 Larutan campuran PCR yang digunakan pada penelitian.....	17
5	Tabel 5 Hasil ekstraksi DNA	20
6	Tabel 6 Hasil deteksi gen toksin 33 isolat lokal <i>Bacillus cereus</i>	28
7	Tabel 7 Klasifikasi profil toksigenik isolat lokal <i>Bacillus cereus</i>	29
8	Tabel 8 Distribusi gen toksin pada berbagai jenis pangan	30

DAFTAR GAMBAR

1	Gambar 1 Struktur <i>cereulide</i>	8
2	Gambar 2 Optimasi suhu <i>annealing nheA</i> . Ket: (1) 60°C, (2) 58,8°C, (3) 56,9°C, (4) 54,2°C, (5) 50,7°C, (6) 47,8°C, (7) 46°C.	22
3	Gambar 3 Optimasi suhu <i>annealing hblD</i> . Ket: (1) 58°C, (2) 57,5°C, (3) 56,6°C, (4) 55,3°C, (5) 53,7°C, (6) 52,3°C, (7) 51,5°C, (8) 51°C	23
4	Gambar 4 Optimasi suhu <i>annealing cytK</i> . Ket: (1) 60°C, (2) 58,8°C, (3) 56,9°C, (4) 54,2°C, (5) 50,7°C, (6) 47,8°C, (7) 46°C, (8) 45°C	23
5	Gambar 5 Optimasi suhu <i>annealing cesB</i> . Ket: (1) 60°C, (2) 58,1°C, (3) 55,8°C, (4) 53,9°C, (5) 52,7°C, (6) 52°C	24
6	Gambar 6 Optimasi suhu <i>annealing cry2</i>	25
7	Gambar 7 Hasil deteksi gen <i>nheA</i>	25
8	Gambar 8 Hasil deteksi gen <i>hblD</i>	25
9	Gambar 9 Hasil deteksi gen <i>cytK-2</i>	26
10	Gambar 10 Hasil deteksi gen <i>cytK-1</i>	26
11	Gambar 11 Hasil deteksi gen <i>cesB</i>	27
12	Gambar 12 Konfirmasi hasil deteksi gen <i>cesB</i>	27