DETEKSI DAN IDENTIFIKASI *GENETICALLY MODIFIED ORGANISMS* (GMOS) PADA BENIH JAGUNG KOMERSIAL YANG BEREDAR DI KOTA PONTIANAK MENGGUNAKAN METODE *MULTIPLEX POLYMERASE CHAIN REACTION* (PCR)

SKRIPSI

OLEH :

FITRI HARIYANTI

NIM. I1021221042

PROGRAM STUDI FARMASI

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2026

DETEKSI DAN IDENTIFIKASI *GENETICALLY MODIFIED ORGANISMS* (GMOS) PADA BENIH JAGUNG KOMERSIAL YANG BEREDAR DI KOTA PONTIANAK MENGGUNAKAN METODE *MULTIPLEX POLYMERASE CHAIN REACTION* (PCR)

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh gelar Sarjana Farmasi (S.Farm) pada Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura Pontianak

OLEH :

FITRI HARIYANTI

NIM. I1021221042

PROGRAM STUDI FARMASI

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2026

SKRIPSI

DETEKSI DAN IDENTIFIKASI *GENETICALLY MODIFIED ORGANISMS* (GMOS) PADA BENIH JAGUNG KOMERSIAL YANG BEREDAR DI KOTA PONTIANAK MENGGUNAKAN METODE *MULTIPLEX POLYMERASE CHAIN REACTION* (PCR)

OLEH:

FITRI HARIYANTI

NIM. I1021221042

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi
Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran
Universitas Tanjungpura
Tanggal: 1 Juli 2026

Disetujui,

Pembimbing Utama,	Pembimbing Pendamping,
Iswahyudi, SP. FRS, PhD, Apt.	**Indri Kusharyanti, M.Sc., Apt.**
NIP. 196912151997031011	**NIP. 198303112006042001**
Penguji Utama,	**Penguji Pendamping,**
Dr. Hariyanto IH, M.Si., Apt.	**Dr. Hj. Sri Wahdaningsih, M.Sc., Apt.**
NIP. 198501062009121009	**NIP. 198111012008012011**

Mengetahui,
Dekan Fakultas Kedokteran
Universitas Tanjungpura

dr. Ita Armyanti, M.Pd., Ked
NIP. 198110042008012011

Lulus Tanggal : 1 Juli 2026
No. SK Dekan FK : 5845/DST/UN22.9/DT.00.10/2026
Tanggal SK : 19 September 2026

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fitri Hariyanti

NIM : I1021221042

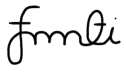
Jurusan/Prodi : Farmasi

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, 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 dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, saya bersedia menerima sangsi atas perbuatan tersebut.

Pontianak, 9 Juni 2026

Yang Membuat Pernyataan,



Fitri Hariyanti

NIM.I1021221042

MOTTO

“Allah tidak menjanjikan segalanya selalu baik,
tetapi Allah menjanjikan kemudahan di setiap kesulitan. Dan setiap ujian yang datang tak pernah melampaui batas kemampuan hamba-Nya.”

QS. Al-Insyirah (5–6) & QS. Al-Baqarah (286)

“Sesungguhnya Allah tidak akan merubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah nasibnya.”

QS. Ar-Ra'd (11)

“Apapun yang menjadi takdirmu, akan mencari jalannya menemukanmu.”

Ali bin Abi Thalib

“Kesalahan bukanlah sesuatu yang harus kita sesali selamanya, melainkan bagian dari perjalanan yang mengajarkan kita untuk tumbuh dan menjadi lebih baik.”

“Jangan bandingkan hidupmu dengan orang lain.
Setiap orang memiliki latar belakang, proses, dan waktunya masing-masing.
Jalani prosesmu dengan sabar, teruslah bertumbuh, dan jadilah versi dirimu yang lebih baik dari hari kemarin.”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat, karunia, dan kasih sayang-Nya yang senantiasa menyertai perjalanan penulis. Bagi penulis, perjalanan menyelesaikan karya ini bukan sekadar proses akademik, melainkan juga sebuah perjalanan yang mengajarkan keteguhan, kesabaran, dan keyakinan kepada Allah SWT., Sang Maha Pemilik Arah, penentu setiap langkah dan tujuan hidup, tempat bersandar dalam setiap lelah dan tempat mengadu dalam setiap resah. Ada langkah yang terasa berat, keraguan yang datang silih berganti, serta berbagai tantangan yang menguji kesabaran. Namun, dalam setiap jatuh, Engkau hadirkan harapan; dalam setiap ragu, Engkau teguhkan keyakinan. Hingga pada akhirnya, karya sederhana ini dapat terselesaikan atas izin dan kehendak-Mu.

Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wasallam. Semoga keteladanan beliau menjadi cahaya yang senantiasa menerangi perjalanan hidup, menuntun setiap langkah menuju kebaikan, dan menguatkan hati dalam menghadapi setiap ujian. Semoga kita senantiasa memperoleh syafaat beliau di yaumil akhir kelak.

Skripsi ini penulis persembahkan sebagai wujud dari setiap usaha, doa, dan keteguhan yang telah mengiringi perjalanan penulis hingga sampai pada tahap ini. Karya sederhana ini juga menjadi ungkapan cinta dan rasa terima kasih kepada orang-orang yang senantiasa hadir, memberikan kasih sayang, dukungan, serta menjadi bagian berharga dalam setiap langkah kehidupan saya. Dengan penuh rasa syukur dan ketulusan, karya ini penulis persembahkan kepada:

1. **Kedua orang tua tercinta, Bapak Massudi dan Ibu Lina.** Terima kasih telah menjadi rumah tempat penulis pulang, alasan untuk terus bertahan, dan kekuatan dalam setiap langkah yang ditempuh. Terima kasih atas doa yang tak pernah putus, cinta yang tak pernah berkurang, serta setiap perjuangan dan pengorbanan yang tak akan pernah mampu penulis balas dengan apa pun. Gelar ini bukan semata-mata pencapaian penulis, melainkan juga buah dari doa, air mata, kerja keras, dan harapan Bapak dan Ibu. Semoga pencapaian sederhana ini dapat menjadi sedikit kebahagiaan dan kebanggaan bagi Bapak dan Ibu. Semoga Allah senantiasa menjaga Bapak dan Ibu, memberikan kesehatan, umur yang panjang, serta kehidupan yang penuh keberkahan, dan memberi penulis kesempatan untuk membalas setiap kebaikan serta menyaksikan senyum bahagia Bapak dan Ibu atas setiap keberhasilan yang penulis raih kelak.
2. **Saudara-saudaraku tersayang, Hari Wahyudi dan Iman Purwadi.** Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis, atas kasih sayang, dukungan, semangat, dan kebersamaan yang senantiasa diberikan. Terima kasih telah menjadi tempat berbagi cerita, tawa, dan keluh kesah dalam berbagai keadaan. Kehadiran kalian menjadi warna yang membuat setiap proses terasa lebih ringan dan berarti. Semoga kita senantiasa saling menjaga, menyayangi, mendukung, dan menjadi kebanggaan satu sama lain, serta dapat tumbuh dan meraih keberhasilan bersama di masa yang akan datang.

3. **Keluarga besar tercinta.** Terima kasih atas doa, kasih sayang, dukungan, dan perhatian yang senantiasa diberikan. Kehadiran dan doa kalian menjadi bagian berarti dalam perjalanan penulis hingga mencapai titik ini. Semoga kita senantiasa diberikan kebahagiaan, kesehatan, dan kemudahan dalam setiap langkah kehidupan.
4. **Bapak Iswahyudi, Sp. FRS., PhD., Apt.** dan **Ibu Indri Kusharyanti, M.Sc., Apt.** selaku dosen pembimbing, **Bapak Dr. Hariyanto IH, M.Si., Apt.** dan **Ibu Dr. Hj. Sri Wahdaningsih, M.Sc., Apt.** selaku dosen penguji**,** serta seluruh dosen dan civitas akademika Farmasi FK UNTAN. Terima kasih atas ilmu, bimbingan, arahan, kesabaran, dan semangat yang telah diberikan selama masa perkuliahan hingga proses penyelesaian skripsi ini. Semoga Bapak dan Ibu senantiasa diberikan kesehatan, kebahagiaan, dan kemudahan dalam setiap langkah, serta segala ilmu dan kebaikan yang diberikan menjadi amal yang terus mengalir.
5. **Teman-teman seperjuangan, Grace Innocenzia, Restiyani Rahayu, Felicia Aileen, Rahmi Septiani, dan Selvi Hardiyanti.** Terima kasih telah menjadi bagian berharga dalam perjalanan panjang ini, menemani setiap proses, berbagi cerita, tawa, keluh kesah, serta saling menguatkan di saat langkah terasa berat. Kehadiran kalian membuat perjalanan perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini menjadi lebih ringan dan penuh kenangan. Semoga segala perjuangan yang telah kita lalui menjadi cerita indah yang selalu kita kenang, dan semoga langkah kita setelah ini membawa kita menuju kesuksesan serta kehidupan yang kita impikan.

6. **Teman-teman *Tupelicius* dan Serdefa.** Terima kasih atas kebersamaan, canda, cerita, dan berbagai pengalaman yang telah mewarnai perjalanan perkuliahan. Semoga setiap kenangan yang tercipta menjadi bagian indah yang selalu kita ingat dan semoga langkah kita kedepannya senantiasa dilimpahi kebaikan, kemudahan, dan kebahagiaan.
7. **Keluarga besar Ibnu Sina.** Terima kasih telah menjadi tempat penulis bertumbuh sejak awal menjadi mahasiswa hingga sampai pada titik ini, tempat untuk belajar, berbagi, saling menguatkan, dan saling mengingatkan dalam kebaikan. Setiap proses, kebersamaan, dan pelajaran yang dilalui bersama menjadi bagian berharga dalam perjalanan penulis, yang akan selalu dikenang dan dibawa hingga masa yang akan datang. Semoga segala kebaikan yang tumbuh di dalamnya senantiasa terjaga dan menjadi bekal bagi kita untuk terus melangkah dan memberikan manfaat.
8. **Terakhir, untuk diri sendiri, Fitri Hariyanti.** Terima kasih telah memilih untuk tetap melangkah ketika jalan terasa berat, bertahan di tengah lelah dan keraguan, serta memilih untuk bangkit setiap kali hampir menyerah. Terima kasih telah belajar menerima setiap proses, berdamai dengan hal-hal yang tidak sesuai harapan, dan tetap percaya bahwa setiap proses yang dilalui selalu membawa pelajaran dan kebaikan. Semoga kedepannya, penulis senantiasa dikuatkan dalam setiap langkah, dipertemukan dengan orang-orang baik, dan terus percaya bahwa setiap doa yang dipanjatkan, usaha yang diperjuangkan, dan harapan yang disimpan akan menemukan jalannya pada waktu yang terbaik.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala**,** yang telah memberikan rahmat, berkat, serta karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul "Deteksi Dan Identifikasi *Genetically Modified Organisms* (GMOs) Pada Benih Jagung Komersial yang Beredar Di Kota Pontianak Menggunakan Metode *Multiplex Polymerase Chain Reaction* (PCR)" ini dapat terselesaikan. Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program Sarjana Farmasi (S.Farm) di Universitas Tanjungpura Pontianak Tahun Ajaran 2025/2026.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, bantuan, arahan, dan dukungan dari berbagai pihak terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. dr. Ita Armyanti, M.Pd., Ked, selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura.
2. Dr. Bambang Wijianto, M.Sc., Apt, selaku Kepala Bagian Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura Pontianak.
3. Nera Umilia Purwanti, M.Sc, Apt, selaku Koordinator Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura Pontianak.
4. Mohammad Andrie, M.Sc, Apt, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, ilmu, saran dan perhatian kepada penulis sejak awal mulai perkuliahan hingga sekarang.
5. Iswahyudi, Sp. FRS., PhD, Apt, selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan, saran, motivasi, petunjuk, dan arahan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.

6. Indri Kusharyanti, M.Sc., Apt, selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan, saran, motivasi, petunjuk, dan arahan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
7. Dr. Hariyanto IH, M.Si., Apt selaku Dosen Penguji Utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran dan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
8. Dr. Hj. Sri Wahdaningsih, M.Sc., Apt selaku Dosen Penguji Pendamping yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran dan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
9. Seluruh dosen dan staf di Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura yang telah memberikan ilmu, wawasan, arahan, wadah, dan semangat selama menjalani masa perkuliahan.
10. Terima kasih kepada orang tua, saudara, sahabat, serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu, mendukung, mendo'akan, serta memotivasi penulis dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk memperbaiki kekurangan yang ada. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang berkepentingan.

Pontianak, 9 Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN iii
MOTTO iv
HALAMAN PERSEMBAHAN v
KATA PENGANTAR ix
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xiv
DAFTAR GAMBAR xv
DAFTAR SINGKATAN xvi
DAFTAR LAMPIRAN xvii
ABSTRAK xviii
ABSTRACT xix
BAB I PENDAHULUAN 1
I.1 Latar Belakang 1
I.2 Perumusan Masalah 3
I.3 Tujuan Penelitian 3
I.4 Manfaat Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
II.1 Pangan 4
II.2 Jagung 5
II.3 *Genetically Modified Organisms* (GMOs) 6
II.4 *CaMV-35S Promoter* and *NOS Terminator* 6
II.5 *Deoxyribonucleic Acid* (DNA) 7
II.5.1 Definisi DNA 7
II.5.2 Isolasi DNA 8
II.6 *Polymerase Chain Reaction* (PCR) 9
II.6.1 Definisi dan Prinsip PCR 9
II.6.2 Komponen PCR 10
II.6.3 Tahapan PCR 15

II.7 Multiplex PCR 17
II.8 Elektroforesis 18
II.9 *DNA Ladder* 20
II.10 *Gel Documentation System* 21
II.11 Landasan Teori 21
II.12 Kerangka Konsep 23
II.13 Hipotesis 23
BAB III METODOLOGI 24
III.1 Rancangan Penelitian 24
III.2 Alat dan Bahan 24
III.2.1 Alat 24
III.2.2 Bahan 25
III.3 Tempat dan Waktu Penelitian 25
III.4 Pengajuan Kaji Etik 25
III.5 Kriteria Inklusi dan Ekslusi 26
III.5.1 Kriteria Inklusi 26
III.5.2 Kriteria Ekslusi 26
III.6 Populasi dan Sampel 26
III.6.1 Populasi 26
III.6.2 Sampel 26
III.7 Variabel Penelitian 26
III.7.1 Variabel Bebas 26
III.7.2 Variabel Terikat 26
III.8 Tahap Penelitian 27
III.8.1 Pengambilan Sampel 27
III.8.2 Preparasi Sampel 27
III.8.3 Isolasi DNA 27
III.8.4 Elektroforesis 31
III.9 Alur Penelitian 34
III.10 Analisis Hasil Penelitian 34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 35
IV.1 Gambaran Umum Penelitian 35

IV.2 Uji Pendahuluan dan Optimasi Metode Analisis 36
IV.3 Analisis Fragmen DNA Sampel Benih Jagung 49
IV.4 Keterbatasan Penelitian 53
BAB V 54
V.1 Kesimpulan 54
V.2 Saran 55
DAFTAR PUSTAKA 56
LAMPIRAN 66

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 3.1 Komponen PCR 30
Tabel 3.2 Pengaturan Kondisi PCR 30
Tabel 4.1 Komponen PCR 38
Tabel 4.2 Pengaturan Kondisi PCR Sebelum Optimasi 38
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Kemurnian DNA dengan Homogenisasi *Tissuelyser* 40
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Kemurnian DNA dengan Homogenisasi Manual.... 44
Tabel 4.5 Pengaturan Kondisi PCR Setelah Optimasi..... 49

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Tanaman Jagung 5
Gambar 2.2 Struktur DNA 8
Gambar 2.3 Prinsip Kerja PCR 10
Gambar 2.4 Struktur Deoksiribonukleotida Trifosfat 13
Gambar 2.5 Tahapan PCR 15
Gambar 2.6 Prinsip Kerja Multiplex PCR 17
Gambar 2.7 Komponen Isntrumen Elektroforesis 20
Gambar 3.1 Alur Penelitian 34
Gambar 4.1 Visualisasi Kontrol Positif Sebelum Optimasi 39
Gambar 4.2 Visualisasi Kontrol Positif Setelah Pengenceran 41
Gambar 4.3 Visualisasi Kontrol Positif dengan *Gradient Temperature Annealing* 43
Gambar 4.4 Optimasi Visualisasi Kontrol Positif dengan *Gradient Temperature Annealing* 45
Gambar 4.5 Optimasi Visualisasi Kontrol Positif 48
Gambar 4.6 Visualisasi Sampel Benih Jagung 51

DAFTAR SINGKATAN

BM	: Berat Molekul
Bp	: *Base Pair*
BPOM	: Badan Pengawas Obat dan Makanan
BPS	: Badan Pusat Statistik
CaMV-35S Promoter	: *Cauliflower Mosaic Virus 35S Promoter*
cDNA	: *Complementary DNA*
dATP	: *Deoxyadenosine Triphosphate*
dCTP	: *Deoxycytidine Triphosphate*
dGTP	: *Deoxyguanosine Triphosphate*
DNA	: *Deoxyribonucleic Acid*
dNTP	: *Deoxynucleotide Triphosphate*
dTTP	: *Deoxythymidine Triphosphate*
EDTA	: *Ethylenediaminetetraacetic Acid*
GMOs	: *Genetically Modified Organisms*
Kbp	: *Kilobase Pair*
KCl	: Kalium klorida
$MgCl_2$	: Magnesium Klorida
NaOH	: Natrium Hidroksida
NOS Terminator	: *Nopaline Synthase Terminator*
PCR	: *Polymerase Chain Reaction*
PRG	: Produk Rekayasa Genetika
RNA	: *Ribonucleic Acid*
RNase	: *Ribonuklease*
TAE	: *Tris-Acetate-EDTA*
Tm	: *Melting temperature*
Ta	: *Annealing temperature*
UV	: Ultraviolet

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Fragmen DNA Primer 66
Lampiran 2. Perhitungan Pengenceran TAE 50X 67
Lampiran 3. Perhitungan Suhu *Melting* (Tm) dan Suhu *Annealing* (Ta) 68
Lampiran 4. Tahapan Penelitian 70
Lampiran 5. CoA Wizard Genomic DNA Purification Kit 75
Lampiran 6. Surat Payung Penelitian 76
Lampiran 7. Surat Lolos Kaji Etik 77

ABSTRAK

Genetically Modified Organisms (GMOs) merupakan organisme yang materi genetiknya dimodifikasi melalui rekayasa genetika untuk memperoleh sifat tertentu. Meningkatnya peredaran benih jagung komersial serta keterbatasan informasi mengenai kandungan GMOs pada produk yang beredar di Kota Pontianak mendorong perlunya dilakukan deteksi molekuler terhadap elemen regulatori GMOs. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi keberadaan elemen regulatori GMOs, yaitu *CaMV-35S promoter* dan *NOS terminator*, pada benih jagung komersial yang beredar di Kota Pontianak menggunakan metode *Multiplex Polymerase Chain Reaction* (PCR). Penelitian ini merupakan penelitian non-eksperimental dengan desain observasional deskriptif. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik sampling jenuh sehingga diperoleh 5 sampel benih jagung. Tahapan penelitian meliputi isolasi DNA dengan *Wizard Genomic DNA Purification Kit*, amplifikasi DNA menggunakan metode Multiplex PCR dengan primer *CaMV-35S promoter* dan *NOS terminator*, dilanjutkan elektroforesis gel agarosa dan visualisasi hasil menggunakan *gel documentation system*. Analisis data dilakukan secara kualitatif melalui pengamatan pita DNA hasil elektroforesis berdasarkan kesesuaian ukuran fragmen DNA dengan kontrol positif. Hasil visualisasi menunjukkan bahwa seluruh sampel benih jagung menghasilkan pita DNA yang sejajar dengan kontrol positif pada fragmen target *CaMV-35S promoter* (123 bp) dan/atau *NOS terminator* (118 bp). Berdasarkan hasil tersebut, metode Multiplex PCR mampu mendeteksi elemen regulatori GMOs pada seluruh sampel benih jagung komersial yang dianalisis. Temuan ini menunjukkan bahwa metode tersebut berpotensi dimanfaatkan sebagai metode skrining awal untuk mendeteksi keberadaan GMOs secara kualitatif.

Kata kunci : Benih Jagung, DNA, GMOs, Multiplex PCR

ABSTRACT

Genetically Modified Organisms (GMOs) are organisms whose genetic material has been modified through genetic engineering to obtain specific traits. The increasing distribution of commercial corn seeds and the limited information regarding the GMO content of products circulating in Pontianak City have highlighted the need for molecular detection of GMO regulatory elements. This study aimed to detect the presence of GMO regulatory elements, namely the CaMV-35S promoter and NOS terminator, in commercial corn seeds distributed in Pontianak City using the Multiplex Polymerase Chain Reaction (PCR) method. This study employed a non-experimental design with a descriptive observational approach. Samples were collected using a total sampling technique, resulting in five commercial corn seed samples. The research procedures included DNA isolation using the Wizard Genomic DNA Purification Kit and DNA amplification using the Multiplex PCR method with CaMV-35S promoter and NOS terminator primers, followed by agarose gel electrophoresis and visualisation using a gel documentation system. Data were analysed qualitatively by observing DNA bands obtained from electrophoresis based on the conformity of DNA fragment sizes with the positive control. The visualisation results showed that all commercial corn seed samples produced DNA bands corresponding to the positive control at the target fragments of the CaMV-35S promoter (123 bp) and/or NOS terminator (118 bp). Based on these findings, the Multiplex PCR method successfully detected GMO regulatory elements in all corn seed samples analysed. These findings indicate that the method has the potential to be used as an initial qualitative screening method for the detection of GMOs.

Keywords: Corn seeds, DNA, GMOs, Multiplex PCR

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perkembangan bioteknologi modern di bidang pertanian telah menghasilkan berbagai tanaman hasil rekayasa genetika (*Genetically Modified Organisms*/GMOs) yang dikembangkan untuk meningkatkan produktivitas, ketahanan terhadap hama, serta kemampuan beradaptasi terhadap lingkungan yang ekstrem.[1] Jagung merupakan salah satu komoditas GMOs yang banyak dibudidayakan dan dimanfaatkan sebagai sumber pangan, pakan ternak, serta bahan baku industri.[2] Pada tahun 2023, luas budidaya jagung GMOs mencapai sekitar 69,3 juta hektar dari total 206,3 juta hektar tanaman GMOs yang dibudidayakan di 27 negara.[3] Luasnya budidaya tersebut meningkatkan potensi masuk dan beredarnya produk berbasis GMOs melalui perdagangan global, termasuk di Indonesia.

Berdasarkan Statistik Konsumsi Pangan 2024, kebutuhan jagung di Indonesia masih tinggi sehingga pada periode Januari–Juni 2024 diimpor sekitar 1 juta ton jagung, terutama dari Amerika Serikat, Brasil, dan Argentina yang merupakan produsen utama jagung GMOs. Di Kota Pontianak, konsumsi jagung mencapai 1.138 ton per tahun.[4,5] Tingginya kebutuhan dan konsumsi jagung tersebut berpotensi meningkatkan peredaran produk jagung GMOs, termasuk di Kota Pontianak. Kondisi ini menegaskan pentingnya informasi yang jelas mengenai kandungan GMOs pada produk pangan, mengingat beberapa varietas jagung GMOs menghasilkan protein *Cry1Ac* dari *Bacillus thuringiensis* yang berpotensi

menimbulkan reaksi alergi pada individu tertentu.[6] Oleh karena itu, pelabelan GMOs diperlukan agar konsumen dapat menentukan pilihan secara tepat.

Akan tetapi, implementasi kebijakan pelabelan GMOs masih bervariasi di berbagai negara. Uni Eropa dan Jepang mewajibkan pelabelan dengan ambang batas 0,9–1%, sedangkan Amerika Serikat dan Kanada menerapkan sistem sukarela. Di Indonesia, pelabelan produk GMOs diatur melalui Peraturan Menteri Pertanian Nomor 12 Tahun 2018 yang mewajibkan pencantuman kode PRG/GMOs pada label benih, serta diperkuat oleh Peraturan BPOM Nomor 19 Tahun 2024 yang mensyaratkan label "Produk Rekayasa Genetik" pada pangan kemasan dengan kandungan ≥5% DNA PRG.[7,8,9]

Meskipun regulasi pelabelan GMOs telah diterapkan di berbagai negara, beberapa penelitian masih melaporkan ditemukannya fragmen DNA GMOs, yaitu *CaMV-35S promoter*, *NOS terminator*, dan gen *CP4*, pada produk jagung tanpa label maupun produk kedelai berlabel *GMO-free*.[10,11] Temuan tersebut menunjukkan bahwa implementasi pelabelan GMOs belum sepenuhnya menjamin kesesuaian informasi pada produk yang beredar. Oleh karena itu, diperlukan metode skrining molekuler yang akurat untuk mendeteksi elemen regulatori GMOs pada benih jagung komersial. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam deteksi GMOs adalah *Multiplex Polymerase Chain Reaction* (PCR) karena mampu mengamplifikasi beberapa target DNA secara simultan dalam satu reaksi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa metode ini mampu mendeteksi elemen regulatori GMOs secara cepat, spesifik, dan akurat sehingga dapat digunakan sebagai metode skrining awal GMOs.[12,13] Meskipun metode Multiplex PCR telah banyak

digunakan untuk skrining GMOs, informasi mengenai keberadaan elemen regulatori GMOs pada benih jagung komersial yang beredar di Kota Pontianak masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mendeteksi elemen regulatori GMOs yaitu *CaMV-35S promoter* dan *NOS terminator* pada benih jagung komersial menggunakan metode Multiplex PCR.

I.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kemampuan metode Multiplex PCR dalam mendeteksi serta mengidentifikasi fragmen GMOs pada benih jagung?
2. Apakah terdapat fragmen DNA *CaMV-35S Promoter* dan *NOS Terminator* pada benih jagung komersial yang beredar di Kota Pontianak?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah:

1. Mengevaluasi kemampuan metode Multiplex PCR yang telah dioptimasi dalam mendeteksi dan mengidentifikasi fragmen GMOs pada benih jagung.
2. Mendeteksi dan mengidentifikasi fragmen DNA *CaMV-35S Promoter* dan *NOS Terminator* pada sampel benih jagung komersial yang beredar di Kota Pontianak.

I.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi awal mengenai keberadaan GMOs pada benih jagung komersial yang beredar di Kota Pontianak, sehingga mendukung penyediaan informasi yang akurat bagi konsumen dalam menentukan pilihan.