

**ARTIKEL PENELITIAN**

**ANALISIS SEKUENS DNA GEN GLUKOSILTRANSFERASE *Streptococcus Mutans* PADA PASIEN KARIES GIGI RSGM UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SEMARANG**

Di Ajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran Gigi



**ANGEL ANANTA PURBAYANI**

**NIM : J2A021066**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SEMARANG**

**2025**

## HALAMAN PERSETUJUAN

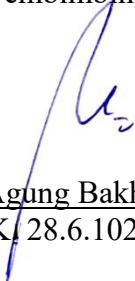
Artikel Penelitian dengan Judul “**Analisis Sekuens DNA Gen Glukosiltransferase *Streptococcus Mutans* Pada Pasien Karies Gigi RSGM Universitas Muhammadiyah Semarang**” disetujui sebagai penelitian untuk memenuhi persyaratan Pendidikan Sarjana Kedokteran Gigi

Semarang, 25 Agustus 2025

Pembimbing I

  
Mudyawati Kamaruddin, S.Si. M.Kes,PhD  
NIK. 28.6.1026.463

Pembimbing II

  
drg. Dika Agung Bakhtiar, Sp. Pros  
NIK. 28.6.1026.465

## HALAMAN PENGESAHAN

Artikel Penelitian dengan Judul "**Analisis Sekuens DNA Gen Glukosiltransferase *Streptococcus Mutans* Pada Pasien Karies Gigi RSGM Universitas Muhammadiyah Semarang**" telah diujikan pada tanggal 10 Februari 2025 dan dinyatakan telah memenuhi syarat sebagai Naskah Publikasi Artikel Penelitian.

Semarang, 25 Agustus 2025

Penguji

: Dr. drg. Risyandi Anwar, Sp.KGA  
NIK. 28.6.1026.353

Pembimbing I

: Mudyawati Kamaruddin, S.Si. M.Kes,PhD  
NIK. 28.6.1026.43

Pembimbing II

: drg. Dika Agung Bakhtiar, Sp. Pros  
NIK. 28.6.1026.465

Mengetahui :

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi  
Universitas Muhammadiyah Semarang



Dr.drg.Risyandi Anwar, Sp.KGA  
NIK 28.6.1026.353

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini dengan sebenar-benarnya menyatakan bahwa:

Nama : Angel Ananta Purbayani  
NIM : J2A021066  
Fakultas : Kedokteran Gigi  
Jenis Penelitian : SKRIPSI  
Judul : Analisis Sekuens DNA Gen Glukosiltransferase *Streptococcus Mutans* Pada Pasien Karies Gigi RSGM Universitas Muhammadiyah Semarang  
Email : [angelananta14@gmail.com](mailto:angelananta14@gmail.com)

Dengan ini menyatakan menyetujui untuk:

1. Memberikan hak bebas royalitas kepada Perpustakaan Unimus atas penulisan artikel penelitian saya demi pengembangan ilmu pengetahuan.
2. Memberikan hak menyimpan, mengalih mediakan/mengalih formatan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, serta menampikannya dalam bentuk softcopy untuk Perpustakaan Unimus tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Unimus dari semua tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam artikel penelitian ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan semoga dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui :

Ketua Program Studi  
S1 Kedokteran Gigi Universitas Muhammadiyah Semarang



# **ANALISIS SEKUENS DNA GEN GLUKOSILTRANSFERASE *Streptococcus Mutans* PADA PASIEN KARIES GIGI RSGM UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SEMARANG**

Angel Ananta Purbayani<sup>1</sup>, Mudyawati Kamaruddin<sup>2</sup>, Dika Agung Bakhtiar<sup>3</sup>,  
Risyandi Anwar<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Fakultas Kedokteraan Gigi, Universitas Muhammadiyah Semarang

<sup>2</sup>Program Studi Pascasarjana Ilmu Laboratorium Klinik, Universitas  
Muhammadiyah Semarang

<sup>3</sup>Departemen Prostodonsia, Fakultas Kedokteraan Gigi, Universitas Muhammadiyah  
Semarang

<sup>4</sup>Departemen Kedokteran Gigi Anak, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas  
Muhammadiyah Semarang

Email: [angelananta14@gmail.com](mailto:angelananta14@gmail.com)

## **ABSTRAK**

**Pendahuluan:** Masalah kesehatan gigi merupakan salah satu penyakit yang sering kita jumpai, salah satunya karies gigi yang dapat berdampak pada kualitas hidup seseorang. Mikroorganisme kariogenik utama yang berperan dalam pembentukan karies berasal dari genus *Streptococcus*, terutama *Streptococcus mutans*. Terdapat metode untuk mengidentifikasi bakteri patogen secara molekuler, seperti *Polymerase Chain Reaction* (PCR). PCR adalah suatu teknik yang digunakan untuk sintesis dan amplifikasi DNA. Metode ini dapat memperbanyak target DNA hingga jutaan kali lipat hanya dalam beberapa jam, menghasilkan sejumlah besar salinan DNA yang dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut.

**Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil sekruensi fragmen DNA *Streptococcus mutans* hasil amplifikasi PCR sampel karies gigi pasien RSGM Universitas Muhammadiyah Semarang.

**Metode Penelitian:** Jenis penelitian yang digunakan menggunakan deskriptif laboratorik, yaitu dengan menganalisis sekruensi DNA gen glukosiltransferase *Streptococcus mutans* pada pasien karies gigi RSGM Universitas Muhammadiyah Semarang. Data penelitian berasal dari data primer hasil identifikasi bakteri, profil gen Gtf *Streptococcus mutans* dan data sekunder yang berasal dari rekam medik pasien.

**Hasil:** Berdasarkan analisis sekruensi fragmen DNA hasil amplifikasi PCR, terdeteksi pita DNA berukuran  $\pm 585$  bp pada sampel 1 dan 2. Ukuran pita DNA tersebut sesuai dengan karakteristik gen gtf-B pada *Streptococcus mutans*.

**Kesimpulan:** Penelitian ini menyimpulkan bahwa kedua sampel *S. mutans* yang dianalisis memiliki tipe gen glukosiltransferase gtf-B.

**Kata kunci:** Karies, *Streptococcus mutans*, gen glukosiltransferase, *Polymerase Chain Reaction*

## **SEQUENCE ANALYSIS GLUCOSYLTRANSFERASE GENE OF *Streptococcus Mutans* DNA IN DENTAL CARIES PATIENTS RSGM MUHAMMADIYAH UNIVERSITY SEMARANG**

Angel Ananta Purbayani<sup>1</sup>, Mudyawati Kamaruddin<sup>2</sup>, Dika Agung Bakhtiar<sup>3</sup>,  
Risyandi Anwar<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Undergraduate Student of the Faculty of Dentistry, Muhammadiyah University of Semarang

<sup>2</sup>Postgraduate Study Program in Clinical Laboratory Science, Muhammadiyah University of Semarang

<sup>3</sup>Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Muhammadiyah University of Semarang

<sup>4</sup>Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Muhammadiyah University of Semarang

Email: [angelananta14@gmail.com](mailto:angelananta14@gmail.com)

### **ABSTRACT**

**Introduction:** Dental health problems are one of the most common diseases, one of which is dental caries, which can impact a person's quality of life. The main cariogenic microorganisms involved in caries is from *Streptococcus* genus, particularly *Streptococcus mutans*. There is a lot molecular methods for identifying pathogenic bacteria, such as Polymerase Chain Reaction (PCR). PCR is a technique for DNA synthesis and amplification. This method can multiply target DNA millions of times, producing large numbers of DNA copies that can be used for further analysis.

**Purpose:** This study aims to determine the results of *Streptococcus mutans* DNA fragments sequence from PCR amplification dental caries from patients at RSGM, Muhammadiyah University of Semarang.

**Method:** The descriptive laboratory study, analyzing the DNA sequence of the *Streptococcus mutans* glucosyltransferase gene in dental caries patients at Muhammadiyah University of Semarang Hospital. The primary data from bacterial identification, *Streptococcus mutans* gtf gene profile, secondary data from patient medical records.

**Result:** Based on the sequence analysis of DNA fragments from PCR amplification, a DNA band measuring  $\pm 585$  bp was detected in samples 1 and 2. The size of the DNA band corresponds to the characteristics of the gtf-B gene in *Streptococcus mutans*.

**Conclusion:** This study concluded that both *S. mutans* samples analyzed had the gtf-B glucosyltransferase gene type.

**Keywords :** Caries, *Streptococcus mutans*, glucosyltransferase gen, Polymerase Chain Reaction

## PENDAHULUAN

Plak adalah lapisan tipis yang melekat pada permukaan gigi yang mengandung bakteri. Keberadaannya berperan dalam meningkatkan risiko patogenitas penyakit seperti karies dan periodontitis, dengan karies gigi menjadi salah satu penyakit gigi yang paling umum. Patogen utama yang berperan dalam proses ini adalah *Streptococcus mutans* yang biasa dikenal sebagai bakteri utama penginisiasi karies. Bakteri ini memiliki kemampuan menempel pada permukaan gigi, membentuk biofilm, dan secara aktif memfermentasi karbohidrat menjadi asam yang menyebabkan demineralisasi enamel dan dentin<sup>1</sup>.

Faktor yang membuat *S. mutans* sangat virulen adalah produksi enzim glukosiltransferase (GTF). Enzim ini berperan dalam sintesis glukan polisakarida yang tidak larut maupun yang larut (*soluble*) yang memperkuat adhesi bakteri ke permukaan gigi serta memfasilitasi pembentukan biofilm yang tahan terhadap pengaruh mekanik maupun sistem imun. Glukosiltransferase, atau salah satu gen yang mengkode enzim yang bertanggung jawab untuk sintesis glukan yang tidak larut dalam air

yang dikenal sebagai IG (*insoluble* glukan) merupakan ekspresi dari gen *gtf-B*<sup>2</sup>.

Untuk mengetahui pemahaman tentang variasi genetik gtf, teknik molekular yang bisa dilakukan yaitu dengan *Polymerase Chain Reaction* (PCR), PCR merupakan teknik yang digunakan untuk sintesis dan amplifikasi DNA. Hasil amplifikasi PCR kemudian dianalisis menggunakan metode elektroforesis, yang bertujuan untuk memisahkan dan memigrasikan fragmen DNA melalui matriks berpori di bawah pengaruh medan listrik. Teknik elektroforesis dapat menggunakan berbagai jenis gel, di antaranya *Agarose Gel Electrophoresis* (AGE) yang sering digunakan dengan visualisasi menggunakan ethidium bromide, serta *Polyacrylamide Gel Electrophoresis* (PAGE) yang memanfaatkan silver staining untuk visualisasi. Tujuan utama dari teknik ini adalah untuk mengevaluasi kualitas DNA hasil PCR<sup>3</sup>.

Saat ini, berbagai pendekatan biologi molekuler telah berkembang dan diterapkan untuk mengidentifikasi bakteri, salah satunya adalah melalui sekuen sing gen DNA. Analisis sekuen DNA menggunakan BLAST

(*Basic Local Alignment Search Tool*) merupakan metode penting untuk membandingkan urutan DNA yang diperoleh, seperti dari isolat fungi endofit, dengan urutan yang telah tercatat dalam database NCBI (*National Center for Biotechnology Information*). Data sekuensing yang dihasilkan berupa urutan basa nitrogen heterosiklik yang membentuk untaian nukleotida penyusun DNA. Basa nitrogen tersebut terdiri atas adenin (A), guanin (G), sitosin (C), dan timin (T). Proses ini memungkinkan identifikasi kesamaan urutan dan menentukan kekerabatan filogenetik antara sekuens yang dianalisis dengan sekuens-sekuens yang sudah ada, sehingga dapat membantu dalam penentuan spesies atau kelompok taksonomi tertentu<sup>4</sup>.

Pada penelitian sebelumnya diketahui Gen *gtf-B* dari *Streptococcus mutans* dapat terdeteksi melalui PCR dengan ukuran amplikon sekitar 585 bp. Temuan ini mendukung bahwa ukuran pita tersebut merupakan karakteristik spesifik dari Gen *gtf-B*, yang berperan penting dalam virulensi *S. mutans* melalui sintesis polisakarida ekstraseluler yang membantu pembentukan biofilm dan karies gigi<sup>5</sup>. Maka dari itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang fragmen DNA pada sampel pasien karies di salah satu Rumah Sakit Gigi dan Mulut untuk dilakukan pemeriksaan molekuler PCR dan untuk mengetahui adakah peran gen glicosiltransferase dalam kasus yang tampil pada *S. mutans* tersebut.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian deskriptif laboratorik dengan penelitian dilakukan pada bulan Februari-April 2025 di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang, dengan sekuensing DNA di Laboratorium Biomolekuler

Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang.

Sampel yang digunakan diperoleh dari plak gigi pasien yang terdiagnosis karies melalui prosedur pengambilan sampel secara klinis menggunakan alat steril. Sampel yang

digunakan dalam penelitian ini diam-bil dari penelitian sebelumnya yang telah dilakukan uji mikroskopis, makroskopis, termasuk dengan pewarnaan Gram maupun secara PCR dan elektroforesis. DNA yang sudah diekstraksi dari plak gigi tersebut akan dianalisis menggunakan teknologi sekuensing untuk mengidentifikasi mikroorganisme pato-gen. Sampel yang akan digunakan telah melalui perlakuan pada penelitian sebelumnya sampai tahap hasil akhir PCR.

Alat yang digunakan adalah *sanger sequencer*, *next-generation sequencing (NGS)*, PCR *clean-up system (purification kit)*, elektroporator, UV transiluminator, mikropipet, freezer -80°C, *microwave*, *chromas / FinchTV*, *DNA baser*, BLAST (NCBI), dan MEGA 11 (*Molecular Evolutionary Genetic Analysis*). Ba-han yang digunakan adalah *white tip*, *yellow tip*, *PCR tube*, *microtube 1,5 mL*, *marker DNA 100bp*, *flourovue*, tris EDTA (TE), TBE 50x, agarose, dan *aquadest*.

Penelitian dimulai dengan tahap awal analisis DNA, yaitu ekstraksi DNA. Isolasi DNA yang digunakan pada penelitian ini adalah

menggunakan metode *Phenol Chloroform Isoamyl Alkohol* (PCIA). Metode ini merupakan metode ekstraksi fase cair. Proses lisis dilakukan dengan melakukan penambahan detergen *Sodium Dedocyl Sulfate* (SDS) dan Proteinase-K. Adapun proses lisis sel dilakukan dalam larutan buffer EDTA yang berfungsi dalam mencegah kerusakan DNA dan mempertahankan pH dalam keadaan normal<sup>6</sup>.

Selanjutnya dilakukan dengan teknik amplifikasi nukleotida melalui proses enzimatik yang dilakukan secara in vitro yang disebut PCR, salah satu faktor penting dalam keberhasilan PCR adalah pemilihan suhu yang tepat pada setiap tahap prosesnya, mulai dari denaturasi, annealing, hingga ekstensi. Pada sampel ini amplifikasi dilakukan pada suhu annealing 58°C<sup>7</sup>. Proses elektroforesis menggunakan gel agarosa 2% dengan menggunakan hasil amplifikasi yang telah didapatkan melalui PCR. Laju migrasi DNA dipengaruhi oleh kon-sentrasi gel agarose pada proses el-ektroforesis, konsentrasi ini akan menentukan besarnya pori-pori gel yang akan memisahkan-misahkan DNA. Semakin rendah konsentrasi

agarose maka matriks gel akan semakin kecil dan fragmen DNA dapat dipisah semakin jauh berdasarkan ukurannya<sup>8</sup>.

Sekuensing dilakukan setelah amplifikasi didapatkan dan dilakukan identifikasi. Hasil sekuensing berupa urutan pasang basa nukleotida disajikan dalam format ABI (*Applied Biosystems Format*) file, sedangkan untuk urutan DNA *contig* terbentuk melalui hasil pensejajaran antara primer *forward* dan *reverse* yang disebut dengan sekuens *consensus*<sup>9</sup>.

DNA yang berasal dari dua sekuens pendek akan menunjukkan kecocokan (*match*) antar kedua sekuen yang ditandai dengan adanya tanda hubung ( | ). Adapun ketidakcocokan dalam proses *alignment* ini dapat disebut dengan adanya kemungkinan terjadinya mutasi / *alignment* yang tidak sempurna dengan ditandai tidak adanya garis hubung, sedangkan adanya kekosongan pada *gaps* yang ditandai dengan simbol ( - ) dapat diartikan adanya proses insersi ataupun delesi yang terjadi<sup>10</sup>.

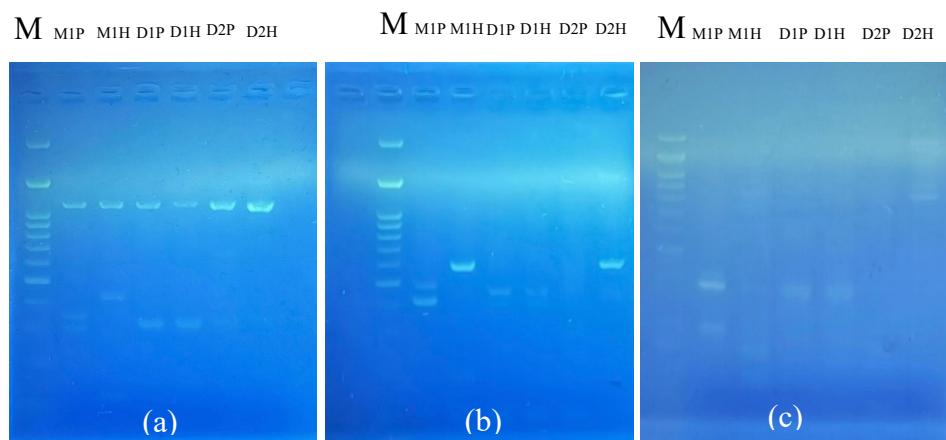
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### HASIL

Pada penelitian ini visualisasi hasil amplifikasi dilakukan 2 tahap, pertama dilakukan visualisasi untuk menentukan kualitas sampel yang akan digunakan. Sedangkan visualisasi kedua bertujuan untuk identifikasi gen gtf pada sampel yang dipilih.

Berikut merupakan visualisasi hasil amplifikasi penentuan kualitas sampel :

**Gambar 1.** Hasil amplifikasi *S.mutans* (a), Gen *gtf-B* (b), Gen *gtf-C* (c)



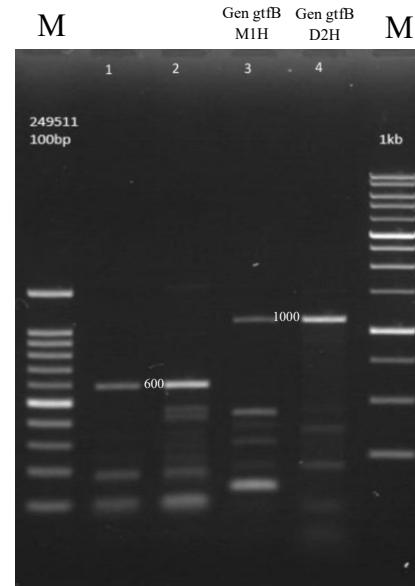
Berdasarkan hasil amplifikasi *S.mutans*, Gen *gtf-B*, Gen *gtf-C* diatas maka dapat disimpulkan bahwa pada *S.mutans* dengan siklus PCR meliputi *annealing*  $55^0\text{C}$  selama 1 menit menunjukkan hasil yang paling bagus dengan pita DNA yang tebal pada D2P dan D2H. Sedangkan pada hasil amplifikasi Gen *gtf-B* dan *gtf-C* dengan siklus PCR meliputi *Annealing*  $50^0\text{C}$  selama 1 menit pada Gen *gtf-C* dan  $58^0\text{C}$  selama 1 menit pada

*gtf-B*, didapatkan hasil paling bagus pada Gen *gtf-B*, yaitu ditunjukkan dengan terbentuknya pita DNA yang jelas pada M1H dan D2H.

Setelah diketahui hasil amplifikasi dari keduanya, maka selanjutnya akan dilakukan amplifikasi lebih lanjut pada *S.mutans* dengan Gen *gtf-B* yang divisualisasikan menggunakan alat UV transilluminator, terlihat pada gambar 2 dibawah ini :

**Gambar 2.** Hasil Elektroforesis pada *S. mutans* (1, 2) dan Gen *gtf B* (3, 4)

S. mutans S. mutans  
M1H D2H



Berdasarkan Gambar 2 diatas diketahui pada sampel *S. mutans* yang dikodekan oleh sampel 1 dan 2 terlihat memiliki pita DNA yang sejajar satu sama lainnya, namun tidak sejajar dengan sampel Gen *gtf-B* yang dikodekan dengan sampel 3 dan 4. Pita DNA pada sampel 1 dan 2 diketahui berada pada 600 bp, sedangkan untuk sampel 3 dan 4 diketahui berada pada 1000 bp. Pada hasil tersebut juga terlihat, pita DNA memiliki ketebalan yang berbeda antar sampel-nya. Perbedaan hasil pita

DNA yang diperoleh dapat dikarenakan konsentrasi DNA *template* yang digunakan berbeda pada tiap sampel-nya<sup>11</sup>.

Sekuens dilakukan setelah amplifikasi didapatkan dan dilakukan identifikasi. Hasil analisis sekuen selanjutnya disejajarkan untuk mendapatkan gen *S. mutans* dan Gen *gtf-B* pada database NCBI *Gene Bank* dan dilacak kesamaan terhadap sekuen *S. mutans* dan Gen *gtf-B* milik DNA yang lain pada menggunakan program *Basic Local Alignment Search Tool* (BLAST).

## PEMBAHASAN

Pada Gambar 2 hasil amplifikasi pada sampel *S. mutans* dan Gen

*gtf-B* dapat diketahui berat molekul yang dimiliki tiap sampel dengan melakukan pengukuran

menggunakan *software gel analyzer*. Dapat diketahui pada sampel 1 *S. mutans* D2P memiliki berat molekul sebesar 590 kDa, sampel 2 *S. mutans* D2H memiliki berat molekul sebesar 597 kDa. Hasil berat molekul yang didapatkan tersebut diketahui berbeda dengan literatur terkait. Adapun berat molekul yang dimiliki oleh beberapa fragmen *S. mutans* didasarkan pada literatur terkait adalah berkisar antara 14 – 129 kDa<sup>12</sup>. Pada sampel 3 M1H dan 4 D2H Gen *gtf*-B memiliki berat molekul yang sama yaitu sebesar 1163 kDa. Hasil berat molekul yang didapatkan pada sampel M1H dan D2 H Gen *gtf*-B diketahui pula berbeda dengan literatur terkait. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Zhang *et al* (2022), diketahui bahwa berat molekul gen glukosiltransferase B yang diisolasi dari *S. mutans* memiliki berat sebesar 166 kDa. Perbedaan berat molekul yang diperoleh pada keempat sampel tersebut dapat dikarenakan karena perbedaan jenis molekul yang diukur. Adapun tidak ada berat *S. mutans* yang tunggal untuk keseluruhan, berat molekul tersebut akan bergantung pada beberapa hal seperti strain dan jenis molekul<sup>13</sup>.

Selain itu, hasil amplifikasi pada sampel *S. mutans* dan Gen *gtf*-B pada Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa pada sampel 1 dan 2 *S. mutans* pita DNA menunjukkan pada 585 bp. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jenis Gen *gtf* yang dimiliki oleh sampel 1 dan 2 *S. mutans* adalah Gen *gtf*-B. Hal ini sesuai dengan penelitian oleh Ambarawati *et al* (2020) yang menyatakan bahwa Gen *gtf*-B dari *Streptococcus mutans* dapat terdeteksi melalui PCR dengan ukuran amplikon sekitar 585 bp. Dalam penelitian tersebut, dari 19 isolat *S. mutans* yang diperoleh dari plak gigi anak dengan karies, tiga di antaranya menunjukkan hasil positif terhadap Gen *gtf*-B, yang ditandai dengan munculnya pita DNA pada posisi 585 bp. Temuan ini mendukung bahwa ukuran pita tersebut merupakan karakteristik spesifik dari Gen *gtf*-B, yang berperan penting dalam virulensi *S. mutans* melalui sintesis polisakarida ekstraseluler yang membantu pembentukan biofilm dan karies gigi.

Selanjutnya, hasil PCR DNA dengan kode sampel 1, 2, 3, dan 4 akan dikirimkan ke PT. Genetika *Science* Indonesia untuk dilakukan proses sekruensing atau identifikasi

molekuler. Hasil sekuensing yang didapat tersebut kemudian akan dilakukan *alignment* dan dianalisa dengan menggunakan software MEGA XI, kemudian dilanjutkan dengan mencocokan pada data di *Gene Bank* melalui <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/>. Hasil analisis BLAST akan menunjukkan hasil informasi berupa *Score*, *Query Coverage*, *E- Value*, dan *Maximum identity*<sup>14</sup>.

Hasil dari sekuensing yang telah dilakukan dapat diketahui adanya beberapa sampel yang mengalami mutasi gen sehingga mengakibatkan terjadinya perubahan pada kode genetik. Pada dasarnya, mutasi merupakan perubahan materi genetik suatu sel yang diwariskan kepada keturunannya. Mutasi dapat terjadi karena kesalahan replikasi materi genetika selama pembelahan sel oleh radiasi, bahan kimia (mutagen), atau virus, atau dapat terjadi selama proses meiosis<sup>15</sup>. Adapun yang terjadi pada sampel 1, 2, 3,dan 4 adalah mutasi substitusi yang merupakan pergantian basa nitrogen. Mutasi substitusi ini diklasifikasikan menjadi 2 jenis berdasarkan basa nitrogen yang diganti yaitu transisi dan transversi. Transisi

merupakan pergantian adenin dengan guanin atau timin dengan sitosin dan transversi merupakan pergantian adenin dan guanin dengan sitosin dan timin atau sebaliknya<sup>16</sup>.

## SIMPULAN DAN SARAN

### SIMPULAN

Berdasarkan uraian hasil penelitian di atas, hasil amplifikasi PCR menunjukkan terdeteksi pita DNA berukuran ±585 bp pada sampel 1 dan 2. Ukuran pita DNA tersebut sesuai dengan karakteristik gen gtf-B pada *Streptococcus mutans*, sebagaimana dilaporkan pada penelitian sebelumnya<sup>5</sup>. Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil sekuensing mengekonfirmasi bahwa kedua sampel *S. mutans* yang dianalisis memiliki tipe gen glukosiltransferase gtf-B.

### SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, saran yang dapat diajukan adalah dilakukan optimasi PCR, khususnya dalam penentuan suhu *annealing* yang sesuai, agar amplifikasi DNA gen glukosiltransferase dapat berjalan lebih spesifik dan efisien. Hasil amplifikasi yang kurang akurat akan me-

mengaruhi keandalan hasil sekuensing, salah satunya dipengaruhi penting oleh suhu *annealing* yang tidak optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Napitupulu, D. F. G. D. (2023). Pada Anak Usia Sekolah. *Jurnal Keperawatan Priority*, 6(1), 103–110.
2. Nugraha, P. Y., Astuti, E. S. Y., & Tunggadewi, N. P. T. N. (2021). *Effectiveness of cinnamon (Cinnamomum burmannii) extract against Streptococcus mutans in children's dental caries*. *Makassar Dental Journal*, 10(2), 163–170. <https://doi.org/10.35856/mdj.v10i2.430>
3. Nesan, S. A., Santosa, B., & Kamarudin, M. (2023). Identifikasi Mutasi Gen kelch 13 Penanda Resistensi Pada *Plasmodium falciparum* Dengan Pengobatan ACT Setelah 3 Hari Di Manokwari Papua Barat. *The Journal Of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*, 1(6), 1–17.
4. Jamaluddin, S. N., Fitriana, & Amira, S. (2024). *Molecular Identification of Endophytic Fungi Isolated from Bidara Root (Ziziphus Mauritiana Lam) Using Polymerase Chain Reaction (PCR)*. *Journal Microbiology Science*, 4(1), 11–21.
5. Ambarawati, I. G. A. D., Sukrama, I. D. M., & Yasa, I. W. P. S. (2020). Deteksi gen Gtf-B *Streptococcus mutans* dalam plak dengan gigi karies pada siswa di SD N 29 Dangin Puri. *Intisari Sains Medis*, 11(3), 1049-1055.
6. Hutami. R., H. Bisyri., Sukarno., H. Nuraini., dan R. Ranasasmita. (2018). “Ekstraksi DNA dari Daging Segar untuk Analisis dengan Metode Loop-Mediated Isothermal Amplification (LAMP)” *Jurnal Agroindustri Halal*, 4 (2), 209-216. (n.d.).
7. Sulistyorini, R., Kamaruddin, M., Munawir, M., Mahardika, D.P., Alim, M.N., Ananta, A., & Nugroho, M.R.S.A. (2025). Isolasi dan Identifikasi Bakteri pada Plak Gigi Pasien RSGM Universitas Muhammadiyah Semarang. *Medika Alkhairaat: Jurnal Penelitian Kedokteran dan Kesehatan*, 6(2), 951-957.

8. Sinaga, A., Putri, L. A. P., & Bangun, M. K. (2017). Analisis pola pita andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium DC*) berdasarkan primer OPD 03, OPD 20, OPC 07, OPM 20, OPN 09. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 5(1), 109236.
9. Dailami, M., Yuniarti, A., Widodo, M. S., Pratama, R. N., Ariyani, D. F., Siahaan, M. D. T. G., ... & Mayor, C. E. M. P. (2025). *Genetic Identification of Nilem Fish using the DNA Barcoding Approach*. *Journal of Tropical Diversity*, 1(1), 33-42. (n.d.).
10. Isaev, A. (2006). *Introduction To Mathematical Methods in Bioinformatics*. Canberra: Springer
11. Sandwinata, M. F. (2018). Analisis DNA dalam Kasus Forensik. Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi, 12(1). (n.d.).
12. Purwanto, dan I. D. A. Susilawati. (2014). Induksi Streptococcus mutans terhadap Aktivitas Proteinase Netrofil pada Degradasi Kolagen Tipe IV. *e-Jurnal Pustaka Kesehatan*, 2 (1), 160-166
13. Matsuo, M. K., Y. Oogai., and H. Komatsuzawa. (2016). *Sugar Allocation to Metabolic Pathways is Tightly Regulated and Affects the Virulence of Streptococcus mutans*. *Gen*, 8 (1).
14. Stover, N. A., & Cavalcanti, A. R. (2017). *Using NCBI BLAST. Current Protocols Essential Laboratory Techniques*, 14(1), 11-1. (n.d.).
15. Khairani, M., Afrianti, B., Rambe, D. R. K., Hafizhah, K. N., & Nahombang, S. Z. (2024). Efektivitas Pembelajaran Genetika Dalam Peningkatan Kesadaran Penyakit Genetik Pada Siswa Kelas 11 Man 1 Medan. *Jurnal Ilmiah Nusantara*, 1(4), 610-617.
16. Morihito, R. V., Chungdinata, S. E., Nazareth, T. A., Pulukadang, M. I., Makalew, R. A., & Pinontoan, B. (2017). Identifikasi perubahan struktur dna terhadap pembentukan sel kanker menggunakan dekomposisi graf. *Jurnal Ilmiah Sains*, 153-160