Borneo Journal Of Medical Laboratory Technology
BJMLT
http://journal.umpalangkaraya.ac.id/index.php/bjmlt

Identifikasi Gen Hemoglobin A (HbA) pada Penderita *Tuberculosis* Paru dengan Anemia di Puskesmas Simalingkar Medan Tahun 2026

Identification of Hemoglobin A (HbA) Gene in Pulmonary Tuberculosis Patients with Anemia at Simalingkar Community Health Center, Medan in 2026

Sri Intan Ventreeani Waruwu [1]
Paska Ramawati Situmorang [2]
Ruth A. Kartini Sihombing [3]
Rica Vera Br. Tarigan [4]

[1]Prodi D4 Teknologi Laboratorium Medis, Sekolah Tinggi Ilmu Santa Elisabeth Medan

Email: sriintanventreeaniwar@gmail.com

Abstrak

Tuberculosis (TB) paru merupakan penyakit yang masih menjadi masalah kesehatan utama dan sering disertai anemia akibat gangguan pembentukan hemoglobin yang dipicu oleh inflamasi kronis. Gen HbA berperan dalam pembentukan hemoglobin yang berfungsi mengangkut oksigen. Pada penderita *tuberculosis* paru, anemia dapat terjadi akibat inflamasi kronis yang memengaruhi pembentukan hemoglobin. Penelitian ini bertujuan untuk mengindentifikasi Gen Hemoglobin A (HbA) pada penderita *tuberculosis* paru dengan anemia di Puskesmas Simalingkar Medan. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan jumlah sampel 20 responden menggunakan teknik *purposive sampling*. Pemeriksaan ini dilakukan melalui pengukuran kadar hemoglobin, isolasi DNA, amplifikasi DNA, menggunakan metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR), dan visualisasi DNA menggunakan elektroforesis gel agarose. Primer *forward* yang digunakan yaitu *Forward* primer: CCGGTCAACTTCAAGCTCCT dan *Reverse* primer: AAGAAGCATGGCCACCGA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar hemoglobin (Hb) responden berada pada rentang 7,2-11,4 gr/dL, yang mengindikasikan bahwa seluruh responden termasuk dalam kategori anemia. elektroforesis gel menunjukkan adanya pita DNA yang dihasilkan tampak jelas. Hasil amplifikasi menunjukkan pita DNA gen HbA berukuran 171 bp sesuai dengan target primer yang digunakan. Keberadaan pita DNA 171 bp dan 100 bp menunjukkan bahwa gen HbA tetap dapat dideteksi secara molekuler pada penderita *tuberculosis* paru dengan anemia.

Kata Kunci:
Tuberculosis paru, Anemia, Hemoglobin, PCR, Elektroforesis, Gen HbA

Keywords:
Pulmonary tuberculosis , anemia, hemoglobin, PCR, electrophoresis, gene HbA

Abstract

Tuberculosis (TB) is a disease that remains a major health problem and is often accompanied by anemia due to impaired hemoglobin formation triggered by chronic inflammation. The HbA gene plays a role in the formation of hemoglobin that functions to transport oxygen. In patients with pulmonary tuberculosis , anemia can occur due to chronic inflammation that affects hemoglobin formation. This study aims to identify the Hemoglobin A (HbA) gene in pulmonary tuberculosis patients with anemia at the Simalingkar Community Health Center in Medan. This study used a qualitative descriptive method with a sample of 20 respondents using a purposive sampling technique. This examination was carried out through measuring hemoglobin levels, DNA isolation, DNA amplification, using the Polymerase Chain Reaction (PCR) method, and DNA visualization using agarose gel electrophoresis. The forward primers used are: forward primer: CCGGTCAACTTCAAGCTCCT and revers primer AAGAAGCATGGCCACCGA.The results showed that the respondents' hemoglobin (Hb) levels were in the range of 7.2-11.4 gr/dL, which indicated that all respondents were included in the anemia category. Gel electrophoresis showed the presence of clearly produced DNA bands. The amplification results showed a 171 bp DNA band for the HbA gene, consistent with the target primers used. The presence of the 171 bp and 100 bp DNA bands indicates that the HbA gene can still be detected molecularly in patients with pulmonary tuberculosis with anemia.

PENDAHULUAN

Tuberculosis (TB) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh kuman *Mycobacterium tuberculosis*. Kuman tersebut menyebar dari penderita TB melalui udara, bakteri ini batang (basil) dan tahan terhadap zat asam sehingga sering disebut Basil Tahan Asam (BTA). Kebanyakan kasus TB ditemukan menginfeksi jaringan paru sehingga menyebabkan TB paru (Kemenkes RI 2024).

Menurut temuan penelitian (Aini & Rahmania Hatta, 2017) TB merupakan penyakit yang mudah menular melalui udara dari sumber penularan yaitu pasien TB BTA positif pada waktu batuk atau bersin, pasien menyebarkan kuman ke udara dalam bentuk percikan dahak. Sekali batuk dapat menghasilkan sekitar 3000 percikan dahak.

Berdasarkan laporan World Health Organization (WHO) tentang TB paru global, pada tahun 2024 diperkirakan sekitar 10,7 juta orang diseluruh dunia menderita TB paru, dengan angka kejadian sekitar 131 kasus per 100.000 penduduk, yang menunjukkan bahwa TB paru masih menjadi salah satu masalah kesehatan masyarakat terbesar secara global, dari total kasus tersebut, sekitar 54% dialami oleh laki-laki dewasa, 35% oleh perempuan dewasa, dan 11% oleh anak-anak,sementara sekitar 5-6% kasus TB terjadi pada orang dengan HIV (WHO, 2024).

TB menginfeksi paru-paru dan dapat menyebabkan keadaan sistemik kronis yang memengaruhi berbagai parameter hematologi pada pasien, termasuk terjadinya anemia. Anemia adalah kondisi dimana kadar hemoglobin dan eritrosit berada di bawah batas normal. Anemia menurut World Health Organization (WHO) didefiniskan sebagai suatu kondisi dimana hemoglobin dalam darah kurang dari normal karena kekurangan satu atau lebih nutrisi penting, terlepas dari penyebab defisiensi tersebut (Nyrjanah & Dewi, 2024).

Salah satu infeksi yang dapat menyebabkan terjadinya anemia ialah *Tuberculosis* paru-paru. Ketika *Mycobacterium Tuberculosis* menginfeksi suatu organisme seperti paru-paru yang mengarah pada penurunan kadar hemoglobin yang dapat menyebabkan anemia dalam beberapa minggu setelah infeksi, kemudian berkembang perlahan selama beberapa bulan sampai kadar hemoglobin kembali pada normal (Komariah, 2022). Anemia pada penderita TB disebabkan terutama oleh proses inflamasi kronis yang menghambat produksi eritropoietin serta mengganggu penggunaan dan distribusi zat besi dalam tubuh, sehingga hemoglobin (HB) turun selama infeksi aktif. Faktor-faktor seperti sitokin pro-inflamasi (misalnya IL-1, TNF-α) yang menurunkan sintesis EPO, pembatasan pelepasan besi dari jaringan, serta malnutrisi turut berperan dalam terjadinya anemia pada pasien TB (Dasaradhan *et al.,* 2022).

Penelitian yang dilakukan oleh mendoca *et al.,* pada tahun 2023 di laboratorium penelitian klinis *Mycobacteria* di Brasil melaporkan bahwa prevelensi anemia pada pasien *tuberculosis* mencapai 61,2%. Dari jumlah tersebut, 27,5% pasien mengalami anemia ringan, 27,5% anemia sedang, dan 6,2% anemia berat. Di antara pasien yang mengalami anemia, sebagian besar yaitu 60,8% menunjukkan jenis anemia normositik normokromik, sedangkan 27,8% lainnya mengalami anemia mikrositik hipokromik. Penelitian tersebut juga menyimpulkan bahwa kejadian anemia berkaitan dengan beberapa faktor yang mencerminkan tingkat keparahan penyakit *Tuberculosis.* Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Chabra *et al*. Pada tahun 2023 mengenai anemia pada pasien *tuberculosis* menunjukan bahwa sebanyak 87,3% pasien TB mengalami anemia. Dari persentase tersebut, 85,7% terjadi pada pasien TB ekstra paru. Dari total 150 pasien TB yang mengalami anemia, sebagian besar yaitu 97,2% menderita anemia akibat penyakit kronik, sedangkan sekitar 2,3% lainnya mengalami anemia yang disebabkan oleh defesiensi zat besi (Kurniaji *et al.,* 2023).

Hemoglobin merupakan biomolekul yang dapat mengikat oksigen dan mengandung zat besi (Fe). Apabila hemoglobin mengambil oksigen dari paru - paru maka oksigen akan dilepaskan pada saat eritrosit melewati

pembuluh darah kapiler. Pada proses transportasi oksigen ke seluruh tubuh maka yang bertanggung jawab besar adalah hemoglobin dan eritrosit (Arifin, 2022). Perubahan patofisiologis pada pasien Anemia sebagian besar ditentukan oleh jumlah rantai globin yang berlebihan, faktor yang mempengaruhi ketidakseimbangan antara produksi rantai α globin (Syafira *et al*., 2024).

Hubungan antara anemia dengan Gen Hemoglobin A (HbA) dapat dijelaskan melalui peran hemoglobin dalam pembentukan sel darah merah serta proses transport oksigen di dalam tubuh. Anemia merupakan kondisi ketika kadar hemoglobin atau jumlah eritrosit dalam darah berada di bawah nilai normal sehingga kemampuan darah untuk mengangkut oksigen kejaringan tubuh menjadi menurun. Hemoglobin sendiri merupakan protein utama yang terdapat didalam eritrosit yang berfungsi mengikat oksigen dari paru-paru dan mengedarkannnya keseluruh jaringan tubuh. Hubungan anemia dengan gen HbA terletak pada peran gen tersebut dalam pembentukan hemoglobin yang berfungsi mengangkut oksigen di dalam tubuh (Wijayanti *et al*., 2024).

Penelitian ini di fokuskan pada penderita *tuberculosis* paru karena masih menjadi salah satu masalah kesehatan utama di Indonesia dan sering disertai dengan komplikasi anemia. Anemia pada penderita TB paru dapat terjadi akibat proses inflamasi kronik, gangguan metabolisme zat besi, serta penurunan sintesis hemoglobin. Gen HbA merupakan jenis hemoglobin utama pada manusia dewasa yang berperan penting dalam transport oksigen keseluruh jaringan tubuh. Identifikasi Gen HbA pada penderita *tuberculosis* paru dengan anemia diperlukan untuk melihat keberadaan genetik hemoglobin secara molekuler khususnya melihat panjang pita Gen HbA.

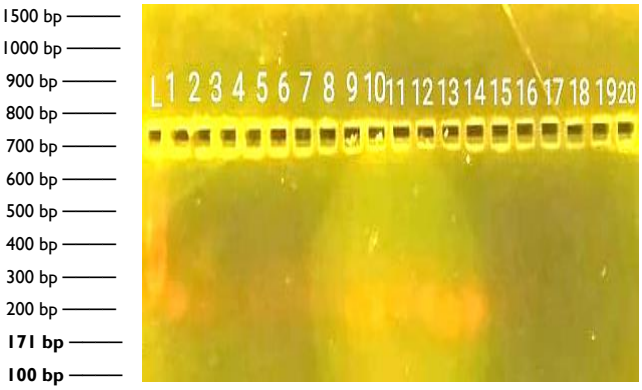
Alasan peneliti memilih lokasi penelitian di Puskesmas Simalingkar Medan yaitu dikarenakan jumlah pasien yang sesuai dengan kriteria penelitian, sehingga memudahkan peneliti dalam memperoleh sampel. Selain itu, ketersediaan data medis yang tercatat secara lengkap dan sistematis serta dukungan dari tenaga kesehatan menjadi faktor penting yang menunjang kelancaran proses pengumpulan data penelitian.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini jenis rancangan penelitian yang digunakan yaitu metode penelitian deskriptif kualitatif, pendekatan penelitian yang menggunakan situasi sosial tertentu dengan mendeskripsikan kenyataan secara benar, dibantu oleh kata-kata berdasarkan teknik pengumpulan data dan analisis data yang relevan (Istiarto & Yulianto, 2023). Penelitian ini memakai desain deskriptif kualitatif, data diperoleh sampel darah pasien TB paru yang telah didiagnosis anemia, kemudian dilakukan proses isolasi DNA, amplifikasi menggunakan metode *Polymerase Chain Reactiaon,* dan visualisasi menggunakan elektroforesis gel agarose.

HASIL DAN PEMBAHASAN HASIL

Hasil gambar dibawah ini menunjukkan visualisasi pita DNA beberapa sampel (sampel 1-20), hasil PCR yang menunjukkan panjang pita gen HbA tersebut. Pita yang terlihat menandakan keberhasilan amplifikasi PCR. berikut menampilkan hasil dari 20 sampel yang telah melalui isolasi DNA dan PCR.



Gambar 5.1 Visualisasi pita *DNA* hasil amplifikasi gen HbA menggunakan metode PCR- Elektroforesis, menunjukkan pita *DNA* pada ukuran 100 bp. L = *Ladder*

Gambar 5.1 menunjukkan hasil visualisasi pita DNA gen Hemoglobin A (HbA) menggunakan metode *PCR-*

Elektroforesis pada sampel penderita *Tuberculosis* paru dengan anemia di Puskesmas Simalingkar Medan. Pada gambar terlihat sumur bertanda L sebagai DNA *ladder* yang digunakan sebagai penanda ukuran pita DNA, sedangkan sumur 01-20 merupakan sampel penelitian yang telah melalui proses isolasi DNA. Hasil elektroforesis menunjukkan adanya pita DNA pada beberapa sampel dengan ukuran 171 bp (sumur 01-12) dan 100 bp (sumur 13-20). Dari hasil pengamatan beberapa sampel tampak jelas.

PEMBAHASAN

Gen HbA merupakan gen yang berperan dalam pembentukan rantai globin penyusun hemoglobin dewasa. Hemoglobin berfungsi mengangkut oksigen dari paru-paru keseluruh jaringan tubuh. Pada penderita *tuberculosis* paru dengan anemia, kadar hemoglobin mengalami penurunan sehingga kapasitas pengangkutan oksigen dalam darah menjadi berkurang. Kondisi ini dapat memperburuk keadaan klinis pasien. Oleh karena itu keberadaan gen HbA menjadi penting karena gen tersebut merupakan dasar pembentukan hemoglobin yang berfungsi mempertahankan suplai oksigen ke jaringan tubuh (Dasaradhan et al., 2022).

Berdasarkan hasil penelitian, visualisasi pita DNA menunjukkan adanya amplifikasi DNA pada sampel penelitian. Munculnya pita DNA pada gel *elektroforesis* yang menandakan bahwa proses amplifikasi gen target berhasil dilakukan. Keberhasilan terbentuknya pita DNA mengindikasikan bahwa gen Hemoglobin A (HbA) dapat diidentifikasi menggunakan metode PCR dan elektroforesis gel agarose pada sampel penelitian ini.

Pada penelitian ini, ukuran target amplifikasi gen HbA berhasil dilakukan. Hasil *elektroforesis* menunjukkan pita DNA pada beberapa sampel berada di ukuran 171 bp dan 100 bp. Keberadaan pita DNA tersebut menandakan adanya fragmen DNA hasil amplifikasi yang dapat divisualisasikan pada gel agarose. Keberhasilan amplifikasi gen HbA pada penelitian ini menunjukkan bahwa DNA hasil isolasi memiliki kualitas yang cukup baik untuk digunakan sebagai template PCR (Lee et al., 2020).

Pada penderita *tuberculosis* paru dengan anemia, identifikasi gen HbA memberikan gambaran bahwa gen penyusun hemoglobin tetap dapat dideteksi secara molekuler. Anemia yang terjadi pada penderita TB paru umumnya disebabkan oleh proses inflamasi kronis yang mengganggu eritropoiesis dan metabolisme zat besi, bukan karena hilangnya gen HbA. Oleh sebab itu, keberhasilan identifikasi gen HbA menunjukkan bahwa gen tersebut tetap terdapat pada penderita TB paru dengan anemia meskipun kadar hemoglobinnya mengalami penurunan (Gil-santana et al., 2019).

Keberhasilan amplifikasi gen HbA pada penelitian ini menunjukkan bahwa DNA hasil isolasi memiliki kualitas yang cukup baik untuk digunakan sebagai template PCR. Oleh karena itu, munculnya pita DNA pada ukuran 171 bp mengindikasikan bahwa tahapan isolasi DNA, amplifikasi PCR, dan elektroforesis telah berjalan dengan baik.

Namun demikian, pada beberapa sampel juga ditemukan pita DNA pada ukuran sekitar 100 bp. Munculnya pita berukuran lebih kecil dapat disebabkan oleh terbentuknya produk amplifikasi non-spesifik atau fragmen DNA yang lebih pendek akibat variasi kualitas DNA template. Perbedaan ukuran pita tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kualitas DNA template yang kurang optimal, kondisi amplifikasi PCR, konsetrasi gel agarose, maupun ketepatan pembacaan pita terhadap DNA *ladder* (Deniariasih et al., 2023). Perbedaan ukuran pita gen HbA yang ditemukan pada penelitian ini dapat disebabkan oleh adanya variasi genetik pada gen HbA, seperti delesi, insersi, atau mutasi lainnya. (Poon et al., 2021) melaporkan adanya variasi insertion-deletion (indel) pada gen HbA yang menyebabkan perubahan fragmen DNA yang teramplifikasi sehingga hasil PCR dapat berbeda dari ukuran yang diharapkan. Temuan ini menunjukkan bahwa variasi struktur gen HbA dapat menghasilkan ukuran pita

DNA yang berbeda antar individu.

Meskipun ditemukan pita DNA sekitar 100 bp pada beberapa sampel, keberadaan pita utama, keberadaan pita utama pada ukuran 171 bp tetap menunjukkan bahwa gen HbA berhasil diidentifikasi pada penderita TB paru dengan anemia. Oleh karena itu, pita 171 bp dapat digunakan sebagai dasar interpretasi keberhasilan amplifikasi gen HbA, sedangkan pita 100 bp dapat dipertimbangkan sebagai variasi hasil amplifikasi yang memerlukan optimasi lebih lanjut pada penelitian berikutnya.

Dengan demikian, penelitian ini berhasil mengidentifikasi gen HbA pada penderita TB paru dengan anemia yang ditunjukkan oleh munculnya pita DNA pada ukuran 171 bp. Keberadaan pita DNA tersebut menunjukkan bahwa gen HbA tetap dapat dideteksi pada penderita TB paru dengan anemia.

Metode PCR-*Elektroforesis* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki sensitivitas tinggi dalam mendeteksi fragmen DNA target. *Elektroforesis* gel agarose memungkinkan visualisasi pita DNA hasil amplifikasi PCR berdasarkan ukuran fragmennya. Pada penelitian ini, pita DNA terlihat pada sampel,yang menunjukkan bahwa proses identifikasi gen HbA dapat dilakukan menggunakan metode tersebut (Bogiel et al., 2022).

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penderita *tuberculosis* paru dengan anemia memiliki kadar hemoglobin di bawah normal akibat infeksi kronis *Mycobacterium tuberculosis* yang dapat mengganggu pembentukan hemoglobin dan menyebabkan anemia. Hasil Identifikasi Gen Hemoglobin A (HbA) menggunakan metode PCR-elektroforesis menunjukkan adanya pita DNA berukuran 171 bp sebagai pita utama, serta 100 bp pada beberapa sampel. Temuan ini menunjukkan bahwa gen HbA berhasil diamplifikasi dan tetap dapat dideteksi secara molekuler pada penderita **tuberculosis** paru dengan anemia.

DAFTAR PUSTAKA

Kurniaji, I., Rudiyanto, W., & Windarti, I. (2023). Anemia pada Pasien Tuberkulosis. *Medical Profession Journal of Lampung*, *13*(1), 42–46. https://doi.org/10.53089/medula.v13i1.592

WHO. (2024). Global Tuberculosis Report 2024. Geneva: WHO; 2024. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. In *Global tuberculosis report*.

Gil-santana, L., Cruz, L. A. B., Arriaga, M. B., Mirand, P. F. C., Fukutani, K. F., Silve, P. S., Silva, E. C., Oliveira, M. G., Mesquita, E. D. D., Rauwerdink, A., Cobelens, F., Oliveira, M. M., Kritski, A., & Andrade, B. B. (2019). *Tuberculosis-associated anemia is linked to a distinct inflammatory profile that persists after initiation of antitubercular therapy*. *July 2018*, 1–8. https://doi.org/10.1038/s41598-018-37860-5

Mursalim, Djasang, S., Nuradi, & Hadijah, S. (2022). *Jurnal Media Analis Kesehatan ISSN : 2087-1333 (Print) ISSN : 2621-9557 (Online)*. *12*(1), 64–70.

Kurniaji, I., Rudiyanto, W., & Windarti, I. (2023). Anemia pada Pasien Tuberkulosis. Medical Profession *Journal of Lampung*, *13*(1), 42–46. https://doi.org/10.53089/medula.v13i1.592

Wijayanti, C. D. W., Sundari, T., & Syaifah, N. (2024). *Syntax Literate : Jurnal Ilmiah Indonesia p – ISSN : 2541-0849 Gambaran Potensi Anemia Defesiensil Besi Pada Lansia 9*(6).

Bogiel, T., Mikucka, A., & Kanarek, P. (2022). *Agarose Gel Electrophoresis-Based RAPD-PCR—An Optimization of the Conditions to Rapidly Detect Similarity of the Alert Pathogens for the Purpose of Epidemiological Studies*.

Lee, P. Y., Costumbrado, J., Hsu, C., & Kim, Y. H. (2020). *Agarose Gel Electrophoresis for the Separation of DNA Fragments*. *April*, 1–5. https://doi.org/10.3791/3923

Kemenkes, R. (2024). *Profil Kesehatan Indonesia 2023*. Kemenkes RI.

Dasaradhan, T., Koneti, J., Kalluru, R., & Gadde, S. (2022). *Tuberculosis-Associated Anemia : A Narrative Review*. *14*(8). https://doi.org/10.7759/cureus.27746

Syafira, M., Sribudiani, Y., & Maskoen, ani M. (2024). *Systematic Review : Pemodifikasi Genetik β - Thalassemia*. *6*(1), 91–102.

Lee, P. Y., Costumbrado, J., Hsu, C., & Kim, Y. H. (2020). *Agarose Gel Electrophoresis for the Separation of DNA Fragments*. *April*, 1–5. https://doi.org/10.3791/3923

Poon, K., LL, S., SS, C., & ML, T. (2021). *A Novel Indel in the Alpha Globin 2 (HBA2) Gene Resulting in False Positive -α3.7 on Multiplex gap-PCR Assay*. *1289*, 1284–1287.

Deniariasih, N. W., Ratnayani, K., & Yowani, S. . (2023). Optimasi PCR (Polymerase Chain Reaction) Fragmen 724 pb GEN katG Multi Drug Resistance Tuberculosis Untuk Meningkatkan Produk Amplifikasi. *Jurnal Indonesia* 80364.