

**DETEKSI GEN HEMOGLOBIN E (HbE) DENGAN METODE ELEKTROFORESIS
PADA PASIEN GAGAL GINJAL KRONIK (GGK) DI
RUMAH SAKIT SANTA ELISABETH MEDAN**

**Benedikta Bestari Daeli^{1*}, Paska Ramawati Situmorang², Ruth Agree Kartini
Sihombing³, Rica Vera Br Tarigan⁴**

¹⁻⁴STIKes Santa Elisabeth Medan

Email Korespondensi: daelibestari19@gmail.com

Disubmit: 23 September 2025 Diterima: 29 Oktober 2025 Diterbitkan: 01 November 2025
Doi: <https://doi.org/10.33024/mnj.v7i11.22834>

ABSTRACT

Chronic Kidney Disease (CKD) is a progressive condition that leads to a decline in renal function and often results in anemia. Hemoglobin E (HbE) is a genetic variant that may exacerbate anemia in CKD patients, potentially complicating clinical outcomes. This study aimed to detect the presence of the HbE gene mutation in CKD patients using the electrophoresis method. This descriptive quantitative research was conducted on 25 CKD patients undergoing hemodialysis at Santa Elisabeth Hospital Medan in 2025. Total sampling was applied, and data collection included hemoglobin level measurement and DNA analysis through agarose gel electrophoresis. The results showed that all participants (100%) were diagnosed with anemia, with hemoglobin levels ranging from 7.3 g/dL to 11.4 g/dL. Electrophoresis revealed the presence of DNA bands in both sample and marker lanes; however, the bands appeared faint and lacked sufficient intensity, limiting clear interpretation. This condition leads to uncertainty in determining the presence or absence of the HbE gene mutation in patients with Chronic Kidney Disease. Based on the results, it is concluded that the percentage of the HbE gene in patients with Chronic Kidney Disease at Santa Elisabeth Hospital Medan cannot be determined

Keywords: Hemoglobin, Hemoglobin E (HbE) Gene, Chronic Kidney Disease (CKD), Electrophoresis.

ABSTRAK

Gagal Ginjal Kronik (GGK) merupakan kondisi progresif yang menyebabkan penurunan fungsi ginjal dan sering menimbulkan komplikasi anemia. Salah satu faktor genetik yang dapat memperparah anemia pada pasien GGK adalah mutasi gen Hemoglobin E (HbE). Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi keberadaan gen HbE pada pasien GGK dengan metode elektroforesis. Penelitian ini menggunakan desain deskriptif kuantitatif dengan teknik total sampling, melibatkan 25 pasien GGK yang menjalani hemodialisis di Rumah Sakit Santa Elisabeth Medan. Pengumpulan data dilakukan melalui pemeriksaan kadar hemoglobin dan analisis DNA menggunakan elektroforesis gel agarosa. Hasil penelitian menunjukkan seluruh responden (100%) mengalami anemia, dengan kadar hemoglobin berkisar antara 7,3 g/dL hingga 11,4 g/dL. Pemeriksaan elektroforesis menunjukkan adanya pita DNA pada sampel dan marker, namun

tampak samar dan kurang intens. Hal ini menyebabkan ketidakpastian dalam menentukan ada atau tidaknya mutasi gen HbE pada pasien Gagal Ginjal Kronik. Dari hasil tersebut, disimpulkan bahwa presentase gen HbE pada pasien gagal Ginjal Kronik di Rumah Sakit Santa Elisabeth Medan tidak dapat ditentukan.

Kata Kunci: Hemoglobin, Gen HbE, Gagal Ginjal Kronik, Elektroforesis

PENDAHULUAN

Gagal ginjal ialah kondisi patologis di mana ginjal kehilangan kemampuan untuk mengeliminasi produk limbah metabolismik dan melakukan fungsi regulernya secara efektif. Akibatnya, zat-zat yang harusnya dibuang dari urine yang menjadi satu didalam tubuh, membuat terganggu secara signifikan pada fungsi metabolismik, endokrin, keseimbangan elektrolit, cairan dan keseimbangan asam basa. (Harmilah, 2020 dalam Mait, 2021). Selain itu juga berdampak signifikan pada kadar hemoglobin (Hb) darah. Pengidap gagal ginjal, kadar Hb yang turun karena ginjal gagal dengan produksi hormon eritropoietin yang esensial dalam membentuk sel darah merah. Hal ini adalah permasalahan yang dapat mengakibatkan kondisi tubuh mengalami gangguan atau perubahan yang bisa berefek pada kematian.

Prevalensi ginjal kronik pada populasi dewasa di Amerika Serikat diperkirakan sekitar 14,0% berdasarkan data NHANES 2017-2020. Jumlah ini hanya sedikit melampaui daripada prevalensi tahun 2005-2008 (13,3%) dan relatif stabil dibandingkan dengan tahun 2013-2016 (13,9%). Selain hasil yang dicatat NHANES, penelitian Hustrini dkk (2022), didapatkan angka kejadian penyakit ginjal kronik yaitu 0,5 % dari 389.093 subjek. Menurut penelitian Akhdiyat (2020), kadar Hb pada penderita gagal ginjal kronik yaitu pada wanita: 3-8 g/dL dan pada laki-laki: 5-12 g/dL. Nilai ini jauh di bawah batas normal yang ditetapkan WHO, pada perempuan:

>12 g/dL serta Pria: >15 g/dL (Akhdiyat, 2020). Kadar Hb diikatakan rendah yaitu dibawah 6,5 gr/dL bisa menjadi indikator terjadinya gangguan kesehatan serius misalnya anemia, kekurangan zat besi, pendarahan berkepanjangan, atau penyakit kronik misalnya kelainan genetik serta gagal ginjal (Sholicha, 2019).

Anemia adalah kondisi yang umum terjadi pada pasien ginjal kronik. Anemia menjadi lebih parah ketika fungsi ginjal menurun, yaitu Ketika eGFR dibawah 60 mL/menit/1,73m². Evaluasi anemia pada ginjal kronik sebaiknya diawalais saat kadar Hb <12 g/dL terhadap wanita serta <13 g/dL terhadap pria. Nilai ini berdasar pada WHO (Kesehatan, 2020). Menurut Hoffbrand (2015), anemia pasien gagal ginjal kronik sering dikarenakan eritropoietin. Ginjal yang rusak dalam gagal ginjal kronik (GGK) dapat mengurangi produksi eritropoietin. Kehadiran HbE dapat memperburuk kondisi ini dengan mengganggu performa tubuh dalam menghasilkan sel darah merah yang cukup. Tetapi, kelebihan zat besi juga bisa terjadi pada pengidap hemodialisis yang mendapatkan transfusi darah berulang-ulang. Untuk mengatasi anemia akibat defisiensi eritropoietin, dapat diberikan terapi *Erythropoietin Stimulating Agent* (ESA).

Gagal ginjal kronik ialah permasalahan kesehatan yang signifikan anemia di Indonesia dengan prevalensi sejumlah 0,2% berdasarkan diagnosis dokter.

Prevalensi tertinggi tercatat di Sulawesi Tengah (0,5%), lalu Aceh, Gorontalo, serta Sulawesi Utara (0,4%). Sementara itu, provinsi seperti NTT, Jawa Tengah, Lampung, Jawa Barat, DIY Jogjakarta, Sulawesi Selatan, serta Jawa Timur memperlihatkan prevalensi sejumlah 0,3% (Mislina, 2022). Penelitian mengenai HbE telah dilakukan sebelumnya oleh Situmorang (2024) yang bertujuan sebagai skrining awal beta talasemia terhadap mahasiswa STIKes Santa Elisabeth Medan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan tidak terdeteksinya pita pada gen HbE, yang diduga disebabkan oleh beberapa faktor seperti kontaminasi sampel yang berpotensi membuat turun DNA murni, masalah pada warna DNA berpengaruh pada visualisasi pita, serta suhu serta durasi proses PCR yang dapat mengganggu fungsi primer (Situmorang, 2024).

Menurut studi Armilla (2017), HbE terjadi karena mutasi titik kodon 26, yaitu perubahan dari GAG menjadi AAG. Mutasi ini merubah asam amino pada glutamat jadi lisin. Selain itu, mutasi ini juga mengaktifkan situs donor yang tersembunyi atas kodon 25 selama proses *splicing* mRNA β^E , sehingga membuat terjadinya *splicing* abnormal sekitar 5-8%. Meski demikian, situs *splicing* normal masih tetap aktif (Armilla, 2017). Berdasarkan penelitian Jomoui (2023), heterozigot HbE umumnya asimptomatik dengan kondisi sel darah merah yang relatif normal atau mengalami mikrositosis ringan. Sementara itu, homozigot HbE secara klinis tampak normal, namun memiliki ciri mikrositosis yang signifikan pada sel darah merah (Jomoui, 2023).

Faktor-faktor seperti penurunan produksi eritropoietin, kekurangan besi dan inflamasi kronik

bisa membuat anemia terhadap pasien gagal ginjal kronik. Adanya HbE dapat memperburuk kondisi anemia yang sudah ada pada pasien GGK. Dari penjabaran tersebut, peneliti tertarik melaksanakan penelitian "Deteksi Gen Hb E Dengan Metode Elektroforesis Pada Pasien GGK Di Rumah Sakit Santa Elisabeth Medan" yang dilaksanakan pada penelitian ini ialah elektroforesis gel, disebabkan metode ini begus. Pemeriksaan ini dapat membantu mendeteksi ada tidaknya HbE terhadap pasien GGK.

KAJIAN PUSTAKA

Gagal Ginjal Kronik

Ginjal kronik ialah kondisi dimana ginjal mengalami kerusakan yang berlangsung lama serta menyebabkan penurunan performa ginjal untuk menyaring darah. Pasien sering kali tidak menunjukkan gejala atau tanda hingga kerusakan ginjal sudah sangat parah, yaitu ketika fungsi ginjal tersisa kurang dari 15%. Saat tahap awal, penyakit gagal ginjal kronik seringkali diikuti oleh berbagai komplikasi seperti penyakit tulang, anemia serta yang lain. Komplikasi ini dapat beresiko terjadinya kematian ataupun kesakitan pada penderita gagal ginjal kronik (Kesuma, 2019).

Eritrosit

Eritrosit ataupun sel darah merah ialah gumpalan darah yang banyak serta memainkan peran krusial dalam mengangkut oksigen ke seluruh tubuh (Rosita, 2019). Jumlah eritrosit terkadang diukur menjadi bagian dari tes darah lengkap, yang berfungsi sebagai skrining dalam mendeteksi polisitemia serta anemia. Indeks eritrosit ialah parameter penting dalam menganalisa kemungkinan anemia (Vilatoro V and Michele To, 2018 dalam Firdayanti, 2024).

Hemoglobin

Hemoglobin meliputi 2 istilah, yakni *haem* serta *globin*. Senyawa ini memiliki kandungan protein globin serta feroprotoporfirin. Dalam eritrosit terdapat hemoglobin, yang berperan dalam petukaran gas O_2 serta CO_2 . Fungsi utama eritrosit ialah mengantarkan oksigen (O_2) ke jaringan dan mengangkut kembali karbon dioksida (CO_2) ke paru-paru. Kadar normal hemoglobin sekitar 13,0-17,5 gr/dl terhadap pria serta 12,0-15,5 gr/dl terhadap wanita (Aliviamoita, 2019).

Hemoglobin E (HbE)

Saat ini, lebih dari 700 varian Hb telah ditemukan dan sebagian besar diantaranya belum diidentifikasi melalui analisis protein, tetapi belum dikarakterisasi secara genetik. Untuk mendapatkan identifikasi yang akurat pada tingkat DNA, dapat dilakukan teknik amplifikasi gen globin selektif dan analisis urutan DNA. Namun, varian Hb yang memiliki dampak klinis yang signifikan seperti HbS, HbC, HbE, HbD Punjab, dan HbO Arab, proses diagnosis dapat dilakukan dengan menggunakan teknik analisis DNA yang lebih mudah dan sederhana (Nagel, 2018).

Frekuensi gen HbE berkisar antara 0,05 dan 0,10 dengan puncaknya dibeberapa wilayah Kamboja dan timur laut di Thailand. Sekitar 30 juta orang di Asia Tenggara diperkirakan memiliki gen HbE heterozigot, sedangkan 1 juta memiliki gen homozigot. Tahun 1954, merupakan awal pengenalan HbE sebagai hemoglobin abnormal keempat melalui teknik elektroforesis. Kemudian, pada tahun 1961, peneliti menemukan bahwa substitusi lisin untuk asam glutamat diposisi 26 rantai β -globin merupakan faktor penyebab HbE (Fucharoen, 2023).

Penyakit Hemoglobin E (HbE) adalah jenis hemoglobinopati struktural yang paling banyak ditemukan di Asia Tenggara. Hemoglobinopati adalah kelompok penyakit genetik yang ditandai oleh gangguan pada pembentukan molekul hemoglobin. HbE disebabkan oleh mutasi pada rantai beta, dimana asam amino *glutamine* pada posisi 26 diganti oleh *Lysine* ($\alpha_2\beta_2^{26}Glu-Lys$). Hasil pemeriksaan elektroforesis hemoglobin menunjukkan kadar HbE yang tinggi, sedangkan kadar HbF tetap normal (I Made Bakta, 2018). HbE mengganggu fungsi eritropoietin yang merupakan hormon esensial dalam memproduksi sel darah merah yang bisa membuat sel darah merah menurun, membuat anemia yang memperburuk gagal ginjal kronik. Selain itu, HbE juga dapat mengganggu fungsi antioksidan, meningkatkan tekanan darah dan risiko infeksi yang juga dapat memperburuk kondisi gagal ginjal kronik.

Hb E terjadi baik dalam keadaan homozigot (EE) maupun heterozigot (sifat EA atau E) dan dapat mewarisi bersama dengan talasemia alfa dan beta, HbS, HbC, dan varian hemoglobin lainnya. Hb EE dan sifat E merupakan kelainan ringan dan berhubungan dengan anemia ringan atau tidak ada anemia. HbE/HbS menyebabkan kelainan sel sabit yang mirip dengan talasemia sabit/beta+ (Moiz, 2018).

Dalam beberapa kasus, pita DNA yang berada pada kisaran 100 bp tampak kurang jelas atau samar. Keterbatasan visualisasi pita DNA pada ukuran sekitar 100 bp tidak dapat diinterpretasikan sebagai indikasi mutasi pada posisi tersebut. Sebaliknya, hal ini lebih mungkin disebabkan oleh faktor teknis seperti konsentrasi DNA yang rendah, kualitas reagen yang menurun, atau kondisi PCR yang kurang optimal. Oleh karena itu, keberadaan pita

yang samar pada wilayah tersebut tidak dapat dijadikan sebagai penanda langsung lokasi mutasi Hb E (Al-rawashde, 2023).

Polymerase Chain Reaction

Proses dalam *Polymerase Chain Reaction (PCR)* membutuhkan primer DNA pendek yang berfungsi sebagai inisiator reaksi. Primer akan berikatan dengan untai tunggal DNA ketika suhu diturunkan sesudah memisah untai ganda DNA. Hasil PCR bisa dianalisis memakai teknik elektroforesis agarose (Puspitaningrum, 2018). Proses PCR meliputi 3 tahapan utama, yaitu denaturasi, annealing, dan elongasi.

Elektroforesis Gel

Elektroforesis adalah teknik kromatografi yang digunakan untuk mendeteksi varian hemoglobin (Hb). Untuk mengidentifikasi varian Hb, digunakan kondisi pH dan medium yang berbeda, seperti elektroforesis selulosa asetat pada pH basa dan agar sitrat pada pH asam (Arishi, 2021).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain penelitian deskriptif kuantitatif dengan teknik total sampling. Sampel yang digunakan sebanyak 25 pasien gagal ginjal kronik dengan hemodialisa dan kadar Hb <12 gr/dL (anemia). Prosedur penelitian meliputi: diambil sampel

darah, melakukan pemeriksaan kadar Hb, serta deteksi HbE menggunakan elektroforesis gel.

HASIL PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan pengambilan sampel darah vena yang kemudian diproses dengan sentrifugasi untuk menghasilkan buffy coat yang kaya akan DNA. Selanjutnya, isolasi DNA dilakukan dengan menggunakan Tri-Reagen pada perbandingan 1:1 untuk mendapatkan DNA yang murni. Setelah itu, proses PCR dilakukan dengan mencampurkan komponen mix PCR dan menambahkan primer forward serta reverse. Pengaturan suhu PCR meliputi denaturasi pada 95°C selama 3 menit, annealing pada 60°C selama 30 detik, dan elongasi pada 70°C selama 1 menit.

Selanjutnya adalah pembuatan gel agarosa dengan konsentrasi 1% dalam larutan TAE buffer, yang kemudian ditempatkan dalam cetakan dan dipindahkan ke alat elektroforesis setelah mengeras. Larutan TAE buffer ditambahkan hingga menutupi permukaan gel agarosa, dan sampel dimasukkan ke dalam sumur (well) pada gel. Elektroforesis dilakukan selama 60 menit dengan tegangan 35 volt, dan hasilnya kemudian divisualisasikan dan didokumentasikan menggunakan alat dokumentasi gel untuk analisis lebih lanjut.

Tabel 1. Distribusi Kadar Hb Pasien di Rumah Sakit Santa Elisabeth Medan 2025

Karakteristik	Frekuensi (f)	Percentase (%)
Anemia	25	100 %
Total	25	100 %

Berdasarkan Tabel 1 di atas, distribusi karakteristik sampel berdasarkan status anemia pada sampel yang terlibat dalam

penelitian ini dapat dilihat. Menurut data yang diperoleh, seluruh pasien sebanyak 25 orang (100%) diklasifikasikan sebagai penderita

anemia. Oleh karena itu, tidak terdapat variasi status anemia dalam

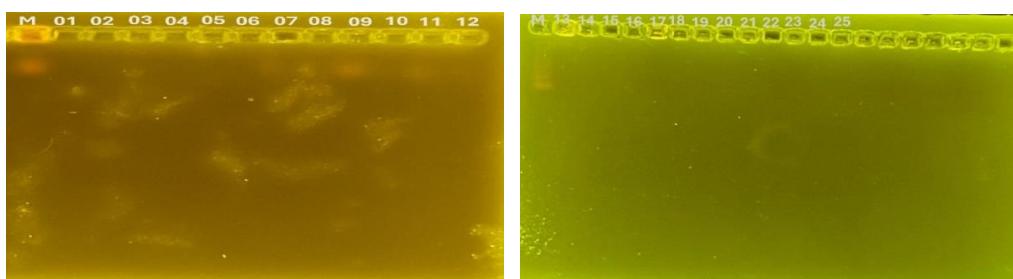
penelitian ini, karena semua sampel memiliki kondisi anemia.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Kadar Hb Pasien Berdasarkan Mean, Median, Standar deviasi, Minimum, Maximum dan 95%CI

Variabel	Mean	Median	Standar deviasi	Min	Max	95%CI
Kadar Hb (gr/dL)	9,2	9,3	0,85	7,3	11,4	8,878 - 9,593

Berdasarkan Tabel 2, analisis statistik deskriptif terhadap 25 pasien yang mengalami anemia menunjukkan bahwa rata-rata Hb yaitu sebesar 9,2 g/dL. Nilai median sebesar 9,3 g/dL yang sedikit lebih tinggi dari rata-rata mengindikasikan

distribusi data yang relatif sama. Standar deviasi sebesar 0,85 menunjukkan adanya variasi moderat dalam kadar Hb antar sampel. Interval kepercayaan 95% untuk rata-rata kadar Hb adalah antara 8,878 hingga 9,593 g/DL.



Gambar 1. Hasil Deteksi Gen Hemoglobin E (HbE) Metode Elektroforesis pada Pasien Gagal Ginjal Kronik (GGK) di Rumah Sakit Santa Elisabeth Medan

Hasil elektroforesis pada 25 sampel menunjukkan bahwa baik pita DNA sampel maupun pita DNA marker terlihat, namun tidak terlalu jelas. Hal tersebut disebabkan karena penanganan atau pengiriman

sampel menepuh waktu dan jarak yang jauh sehingga pengaturan suhu tidak akurat, serta dikarenakan penggunaan bahan yang kurang tepat.

PEMBAHASAN

Kadar Hb

Anemia sering terjadi pada pasien dengan penyakit ginjal kronik (GGK) yang menjalani hemodialisis. Kondisi ini disebabkan oleh berkurangnya produksi hormon eritropoietin oleh ginjal, kehilangan darah selama proses hemodialisis, serta kekurangan zat besi (Hasegawa, 2018). Berdasarkan pedoman terbaru dari KDIGO (2021)

dan UK Kidney Association (2024), kadar hemoglobin (Hb) yang ideal pada pasien hemodialisis adalah antara 10 hingga 12 g/dL. Pemberian terapi eritropoiesis (ESA) biasanya dilakukan jika kadar Hb turun di bawah 10 g/dL. Namun, menaikkan kadar Hb melebihi 12 hingga 13 g/dL tidak dianjurkan karena dapat meningkatkan risiko terjadinya komplikasi, seperti tekanan darah

tinggi dan gangguan jantung (*Kdigo 2025 Clinical Practice Guideline For Anemia in Chronic Kidney Disease (Ckd)*, 2021)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, hasil analisis yaitu seluruh sampel penelitian, yang berjumlah 25 orang (100%), terdiagnosis sebagai penderita anemia dengan kadar Hb paling rendah yaitu 7,3 gr/dL dan yang paling tinggi adalah 11,4 gr/dL. Penelitian ini mengindikasikan bahwa tidak terdapat keragaman status anemia di antar pasien, karena seluruh pasien memiliki kondisi anemia yang sama.

Anemia pada gagal ginjal kronik disebabkan oleh beberapa faktor yang saling terkait. Salah satu penyebab utama adalah defisiensi eritropoietin (EPO), yaitu hormon yang diproduksi oleh ginjal untuk merangsang produksi sel darah merah. Ketika ginjal rusak, produksi EPO menurun, sehingga produksi sel darah merah juga menurun. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hazin, 2020 bahwa anemia pada pasien ginjal kronik dapat diidentifikasi dari kadar hemoglobin yang rendah, yaitu <12 g/dL pada perempuan dan <13 g/dL pada laki-laki, yang merupakan indikator penting dalam evaluasi terapi hemodialisis. Dengan demikian, anemia pada pasien GGK bukan hanya akibat kerusakan ginjal itu sendiri, tetapi juga merupakan efek sekunder dari proses pengobatan seperti hemodialisis (Hazin, 2020 dalam Arifin, 2023).

Keberadaan gen HbE

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh bahwa pita DNA baik pada sampel maupun marker memang terlihat, namun tampak kurang jelas dan tidak memiliki intensitas visual yang kuat. Ketidakjelasan ini menyebabkan keterbatasan dalam

interpretasi hasil, sehingga tidak dapat dipastikan secara akurat ada atau tidaknya mutasi gen HbE pada sampel yang diperiksa. Kondisi ini menunjukkan bahwa kualitas visualisasi DNA yang kurang optimal dapat memengaruhi keandalan analisis genetik, khususnya dalam mendeteksi keberadaan mutasi spesifik seperti gen HbE. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa hal yang memengaruhi kualitas DNA.

Salah satu faktor utama adalah suhu yang tidak terkontrol selama pengiriman sampel, yang memungkinkan terjadinya degradasi DNA akibat aktivitas enzim nuklease, seperti yang dijelaskan dalam studi Tomsia, 2023 di mana suhu tinggi ($>35^{\circ}\text{C}$) secara signifikan menurunkan integritas DNA (Tomsia, 2023). Selanjutnya, penelitian Divya, 2024 juga mendukung bahwa suhu dan enzimatik memiliki pengaruh besar terhadap fragmentasi DNA yang menyebabkan pita menjadi buram (Divya, 2024). Selain itu, Ruppert, 2023 menyebutkan bahwa penggunaan bahan preservatif yang tidak sesuai, seperti propilen glikol pada suhu tinggi, dapat mempercepat kerusakan DNA (Ruppert, 2023).

Faktor lainnya adalah ketidaktepatan dalam penggunaan buffer pelindung seperti EDTA/Tris, sebagaimana dijelaskan dalam studi Oosting, 2020, yang menekankan pentingnya buffer dalam menstabilkan DNA pasca-ekstraksi (Oosting, 2020). Terakhir, jurnal Xin-Juan Fan, Yan Huang, 2020 menyoroti bahwa penundaan penanganan sampel lebih dari 24-48 jam pada suhu ruang dapat mempercepat degradasi DNA secara signifikan (Fan, 2020). Dengan demikian, visualisasi pita DNA yang tidak optimal dapat disebabkan oleh kombinasi kondisi suhu, bahan preservatif, buffer yang kurang

tepat, serta waktu penanganan yang lambat.

KESIMPULAN

Seluruh sampel penelitian, yang berjumlah 25 orang (100%), terdiagnosis sebagai penderita anemia dengan kadar Hb paling rendah yaitu 7,3 gr/dL dan yang paling tinggi adalah 11,4 gr/dL, sehingga dapat dilanjutkan untuk pemeriksaan adanya mutasi deteksi gen HbE. Hasil pemeriksaan ada atau tidaknya gen HbE pada Pasien Gagal Ginjal Kronik diperoleh hasil tidak ditemukan adanya mutasi gen hemoglobin E (HbE) pada sampel pasien Gagal Ginjal Kronik (GGK), meskipun pasien mengalami kondisi anemia. diperoleh bahwa pita DNA baik pada sampel maupun marker memang terlihat, namun tampak kurang jelas dan tidak memiliki intensitas visual yang kuat sehingga presentase gen HbE pada pasien gagal Ginjal Kronik di Rumah Sakit Santa Elisabeth Medan tidak dapat ditentukan.

SARAN

Untuk peneliti selanjutnya supaya lebih memperhatikan pengiriman sampel dalam setiap tahapan penelitian, khususnya yang melibatkan analisis DNA. Kondisi transportasi, seperti durasi pengiriman, suhu penyimpanan, dan media pelindung yang digunakan, harus direncanakan secara matang agar tidak terjadi degradasi pada materi genetik yang dapat memengaruhi kualitas hasil analisis. Dan disarankan mahasiswa supaya lebih menguasai teknik isolasi maupun ekstraksi DNA.

DAFTAR PUSTAKA

Adiputra. (2021). *Metodologi Penelitian Kesehatan*. 1st edn.

- Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Adriani, D. (2023). Peran Kadar Hemoglobin pada Kebugaran Jasmani Remaja, *Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti*, 8(2), 199-214.
- Akhdiyat, H.R. (2020). Analisis Kadar Hemoglobin pada Pasien Penderita Gagal Ginjal Kronik, *International Journal of Applied Chemistry Research*, 1(1), 1-5.
- Al-rawashde, F.A. (2023). HBB Gene Mutations and Their Pathological Impacts on HbE/B-Thalassaemia in Kuala Terengganu, Malaysia, *Diagnostics*, 1-15.
- Aliviameita, A. (2019). *Buku Ajar Hematologi*. 1st edn. Jawa Timur: Umsida Press.
- Anggreni, D. (2022). *Buku Ajar Metodologi Penelitian Kesehatan*. 1st edn. STIKes Majapahit Mojokerto.
- Arifin, Z. (2023). Anemia pada Pasien dengan Gagal Ginjal Kronik yang Menjalani Hemodialisa, *Jurnal Ilmu Kesehatan*, 9(2), 1-7.
- Arishi, W.A. (2021). Techniques for the Detection of Sickle Cell Disease: a Review, *Micromachines*, 12(5), 1-22.
- Armilla, R. (2017). *Mutasi Gen Beta Globin pada Siswi SMAN 1 Sukaraja, Sukabumi*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Ayunina Rizky Ferdina. (2023). *Mengenal Anemia: Patofisiologi, Klasifikasi, dan Diagnosis*. 1st edn. Jakarta: BRIN.
- Barbara Jane Bain. (2018). *Haematology: a Core Curriculum*. 2nd edn. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Basu, C. (2015). *PCR Primer Design Series Editor*. 2nd edn. New

- York: Humana Press.
- Divya, K. (2024). Environmental Factors Affecting the Concentration of DNA in Blood and Saliva Stains: A Review, *Journal of Forensic Science and Research*, 8(1), 9-15.
- Faisal, S. (2019). *Metodologi Penelitian dan Statistik*. 1st edn. Jakarta Selatan: Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan.
- Fan, X.-J. (2020). Impact of Cold Ischemic Time and Freeze-Thaw Cycles on RNA, DNA and Protein Quality in Colorectal Cancer Tissues Biobanking, *Journal of Cancer*, 10(20), 4978-4988.
- Fidayanti. (2024). *Dasar-Dasar Hematologi*. 1st edn. Purbalingga: Eureka Media Aksara.
- Fucharoen, S. (2023). The hemoglobin E Thalassemias, *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 2(8), 1-15.
- Hasegawa, T. (2018). Anemia in Conventional Hemodialysis: Finding the Optimal Treatment Balance, *Seminars in Dialysis*, 31(6), 599-606.
- I Made Bakta. (2018). *Hematologi Klinik Ringkas*. 1st edn. Buku Kedokteran EGC.
- Iman Permana Maksum. (2017). *Teknik Biologi Molekular*. 1st edn. Jatinangor: Alqaprint.
- Jeremia Erikson Lee. (2019). *Karakteristik Penderita Gagal Ginjal Kronik (Ggk) Di RS Universitas Hasanuddin Periode Januari 2018 - Desember 2018*, Kaos Gl Dergisi. Universitas Hasanuddin.
- Jiwoo Ha, R.M. (2019). Hemoglobin E, Malaria and Natural Selection, *Evol Med Public Health*, 2019(1), 232-241.
- Jomoui, W. (2023). Molecular Understanding of Unusual HbE-B+-Thalassemia with Hb Phenotype Similar to HbE Heterozygote: Simple and Rapid Differentiation using HbE Levels, *Annals of Medicine*, 55(2), 1-15.
- Kdigo 2025 Clinical Practice Guideline For Anemia in Chronic Kidney Disease (Ckd) (2021) *Kidney Disease Improving Global Outcomes*.
- Kesehatan, K. (2020). Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor Hk.01.07/Menkes/328/2020 Tentang Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Penyakit Ginjal Kronik, (11), 1-289.
- Kesuma, H. (2019). *Mengenal Penyakit Ginjal Kronis dan Perawatannya*. 1st edn. Semarang: Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.
- Kholidah, S.C. (2019). *Asuhan Keperawatan Kebutuhan Nutrisi Pada Pasien Gagal Ginjal Kronik (Ggk) Dengan Hemodialisa di RST Tk.Ii Dr. Soepraoen Malang*. Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang.
- Kidney Disease : the Basics* (2019) *National Kidney Foundation*. New York.
- Lubis, R. (2023). Perbandingan Kadar Asam Urat dan Laju Filtrasi Glomerulus (LFG) pada Pasien Gagal Ginjal Kronik Sebelum dan Sesudah Hemodialisa, *Jurnal Ilmiah Kohesi*, 7(1), 1-8.
- Mait, G. (2021). Gambaran Adaptasi Fisiologis dan Psikologis pada Pasien Gagal Ginjal Kronis yang Menjalani Hemodialisis di Kota Manado, *Jurnal Keperawatan*, 9(2), 1.
- Michov, B. (2019). *Electrophoresis Fundamentals*. 1st edn. Berlin: De Gruyter.
- Miftachul Ulum. (2016). *Uji Validitas*

- Dan Uji Reliabilitas.* 1st edn. Malang: Media Sains Indonesia.
- Mislina, S. (2022). Analisa Perubahan Kadar Hemoglobin pada Pasien Gagal Ginjal Kronik (GGK) yang Menjalani Hemodialisa di Rumah Sakit Annisa Cikarang, *Cerdika: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 2(2), 191-198.
- Moiz, B. (2018). Hemoglobin E Syndromes in Pakistani Population, *BMC Blood Disorders*, 12(1), 3.
- Nagel, R.L. (2018). *Hemoglobin Disorders Molecular Methods and Protocols*. 1st edn. Totowa: Humana Press.
- Oosting, T. (2020). DNA Degradation in Fish: Practical Solutions and Guidelines to Improve DNA Preservation for Genomic Research, *Ecology and Evolution*, 10(16), 1-9.
- Purba, A.K. (2021). *Hubungan Pengetahuan Pengetahuan dengan Kepatuhan Pasien Gagal Ginjal Kronik dalam Menjalani Terapi Hemodialisa*. Politeknik Kesehatan Kemenkes Medan.
- Puspitaningrum, R. (2018). *Genetika Molekuler dan Aplikasinya*. 1st edn. Yogyakarta: Deepublish.
- Reiner Westermeier. (2016). *Electrophoresis in Practice*. 5th edn. Jerman: Wiley-Vch Verlag GmbH.
- Rosita, L. (2019). *Hematologi Dasar*. 1st edn. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Ruppert, L.S. (2023). Gauging DNA Degradation among Common Insect Trap Preservatives, *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 171(3), 218-226.
- Sahir, S.H. (2021). *Metodologi Penelitian*. 1st edn. Yogyakarta: KBM Indonesia.
- Sholicha, C.A. (2019). Hubungan Asupan Zat Besi, Protein, Vitamin C dan Pola Menstruasi dengan Kadar Hemoglobin pada Remaja Putri di SMAN 1 Manyar Gresik, *Media Gizi Indonesia*, 14(2), 147-153.
- Situmorang, P.R. (2024). Skrining HbE Metode Elektroforesis Gel Sebagai Deteksi Dini B - Talasemia pada Mahasiswa Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Santa Elisabeth Medan 2024, *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 5(9), 1-10.
- Sulistyowati, R. (2023). *Asuhan Keperawatan pada Klien Gagal Ginjal*. 1st edn. Malang: Unisma Press.
- Syapitri, H. (2021). *Buku Ajar Metodologi Penelitian Kesehatan*. 1st edn. Malang: Ahlimedia Press.
- Tomsia, M. (2023). Nucleic Acids Persistence-Benefits and Limitations in Forensic Genetics, *MDPI*, 1, 531-550.
- Yuwanto, L. (2019). *Pengantar Metode Penelitian Eksperimen*. 2nd edn. Yogyakarta: Graha Ilmu.