

Hubungan Kadar Hemoglobin (Hb) Dan Zat Besi (Fe) Sebagai Determinan Derajat Keparahan Gagal Ginjal Kronik

Fatimah¹, Arlitha Deka Yana², Nurhilaliyah³, Amirah Aznawie⁴, Ruly⁵, Kasmuddin⁶

^{1,2,3,4,6} Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Megarezky, Makassar, Indonesia

⁵ Rumah Sakit Khusus Daerah (RSKD) Dadi Provinsi Sulawesi Selatan. Makassar. Indonesia

Article History

Received: Oktober 2025

Accepted: November 2025

Published: Desember 2025

*Correspondent:

Arlitha Deka Yana

Program Studi D-IV
Teknologi Laboratorium
Medis, Universitas
Megarezky, Makassar,
Indonesia

Email:

Arlithadekayana30@unimerz.ac.id

Abstrak

Latar Belakang: Gagal ginjal kronik merupakan penyakit progresif yang ditandai dengan penurunan laju filtrasi glomerulus selama ≥ 3 bulan dan berkontribusi terhadap peningkatan morbiditas dan mortalitas global. Disfungsi ginjal menyebabkan penurunan produksi eritropoietin serta disregulasi metabolisme zat besi akibat peningkatan hepsidin, yang berujung pada anemia. Gangguan hematologis ini diduga berperan dalam progresivitas dan peningkatan derajat keparahan penyakit. **Tujuan:** Untuk menganalisis hubungan kadar hemoglobin dan zat besi sebagai determinan derajat keparahan gagal ginjal kronik pada pasien rawat jalan. **Metode:** Penelitian ini merupakan studi analitik observasional dengan pendekatan cross-sectional yang melibatkan 40 pasien gagal ginjal kronik stadium G3b–G5 berdasarkan klasifikasi KDIGO di RSUD H. Andi Sulthan Daeng Radja Kabupaten Bulukumba periode Mei–Juni 2025. Pemeriksaan hemoglobin dilakukan menggunakan hematology analyzer Sysmex XN-350 dan kadar zat besi serum menggunakan autoanalyzer Pentra C400. Analisis data meliputi uji normalitas Kolmogorov–Smirnov, uji korelasi Pearson atau Spearman, serta uji komparatif Anova dan Kruskal–Wallis dengan tingkat signifikansi 0,05. **Hasil:** Rata-rata kadar hemoglobin adalah $8,88 \pm 2,28$ g/dL dan kadar zat besi $62,95 \pm 35,99$ μ g/dL. Hemoglobin menunjukkan korelasi positif lemah dengan laju filtrasi glomerulus ($r=0,281$; $p=0,079$), sedangkan zat besi menunjukkan korelasi negatif lemah ($r=-0,206$; $p=0,222$). Perbedaan kadar hemoglobin antar stadium tidak signifikan ($p=0,633$). Sebaliknya, kadar zat besi menunjukkan perbedaan bermakna antar stadium ($p=0,007$). **Kesimpulan:** Zat besi merupakan parameter yang lebih sensitif dalam membedakan derajat keparahan gagal ginjal kronik dibandingkan hemoglobin. Pemantauan parameter hematologis secara rutin penting dalam evaluasi progresivitas penyakit.

Kata kunci: Anemia, Gagal ginjal kronik, Hemoglobin, Laju filtrasi glomerulus, Zat besi

Pendahuluan

Gagal Ginjal Kronik (GGK) merupakan kondisi penurunan fungsi ginjal yang berlangsung selama ≥ 3 bulan dan bersifat progresif serta irreversibel. Penyakit ini menjadi masalah kesehatan global dengan peningkatan prevalensi yang konsisten serta kontribusi signifikan terhadap morbiditas dan mortalitas, terutama melalui komplikasi kardiovaskular dan gangguan hematologis (Bikbov et al., 2020; Webster et al., 2017). Penurunan fungsi ginjal tidak hanya berdampak pada akumulasi toksin uremik dan gangguan keseimbangan elektrolit, tetapi juga memengaruhi sistem endokrin dan regulasi eritropoiesis (Stevens et al., 2024).

Anemia pada GGK merupakan hasil interaksi antara penurunan produksi eritropoietin, inflamasi kronik, dan disregulasi homeostasis zat besi. Aktivasi jalur inflamasi meningkatkan produksi hepsidin yang menghambat pelepasan zat besi dari makrofag dan menurunkan absorpsi intestinal sehingga terjadi defisiensi besi fungsional (Babitt & Lin, 2012; Ganz & Nemeth, 2012).

Kondisi ini menurunkan sintesis hemoglobin dan berkontribusi terhadap hipoksia jaringan kronik yang dapat mempercepat kerusakan ginjal residual (Fishbane & Spinowitz, 2018).

Anemia dan defisiensi zat besi tidak hanya merupakan konsekuensi dari gagal ginjal kronik, tetapi juga berperan dalam progresivitas penyakit melalui mekanisme hipoksia tubulointerstisial dan stres oksidatif (Nangaku, 2006). Namun, kajian yang secara langsung mengevaluasi hemoglobin dan zat besi sebagai determinan derajat keparahan berdasarkan klasifikasi Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) masih terbatas dan menunjukkan hasil yang inkonsisten. Selain itu, data pada populasi pasien rawat jalan di tingkat rumah sakit daerah di Indonesia masih minim. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan kadar hemoglobin dan zat besi sebagai determinan derajat keparahan gagal ginjal kronik pada pasien rawat jalan.

Methode

Desain Penelitian merupakan studi analitik observasional dengan pendekatan cross-sectional yang dilakukan di Laboratorium Klinik RSUD H. Andi Sulthan Daeng Radja Kabupaten Bulukumba pada periode Mei–Juni 2025. Studi ini dirancang untuk mengevaluasi hubungan parameter hematologis dengan derajat keparahan gagal ginjal kronik pada populasi pasien rawat jalan. Subjek penelitian adalah pasien berusia ≥ 18 tahun dengan diagnosis GJK yang ditegakkan berdasarkan kriteria Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO), yaitu penurunan laju filtrasi glomerulus selama ≥ 3 bulan. Derajat keparahan diklasifikasikan menjadi stadium G3b (eGFR 30–44 mL/menit/1,73 m²), G4 (15–29 mL/menit/1,73 m²), dan G5 (<15 mL/menit/1,73 m²). Pasien dengan anemia akibat etiologi lain, riwayat transfusi darah dalam satu bulan terakhir, kehamilan, infeksi akut berat, atau data rekam medis tidak lengkap dikeluarkan dari penelitian. Sebanyak 40 pasien yang memenuhi kriteria dipilih menggunakan teknik purposive sampling berdasarkan populasi terjangkau selama periode penelitian.

Data klinis dan laboratorium diperoleh dari rekam medis pasien. Pengambilan sampel darah vena dilakukan sesuai standar operasional prosedur laboratorium. Pemeriksaan hemoglobin dilakukan menggunakan hematology analyzer Sysmex XN-350 (Sysmex Corporation, Kobe, Japan) dari sampel darah EDTA dengan prinsip impedansi listrik dan flow cytometry. Kadar zat besi serum diperiksa menggunakan autoanalyzer Pentra C400 (Horiba ABX, France) dengan metode kolorimetri. Alat telah melalui prosedur kalibrasi berkala dan kontrol kualitas internal sesuai standar laboratorium klinik untuk memastikan validitas dan reliabilitas hasil pemeriksaan.

Variabel independen dalam penelitian ini adalah kadar hemoglobin dan kadar zat besi serum, sedangkan variabel dependen adalah derajat keparahan GJK berdasarkan stadium KDIGO. Analisis statistik dilakukan menggunakan perangkat lunak Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versi terbaru. Uji normalitas data dilakukan dengan Kolmogorov–Smirnov. Hubungan antar variabel dianalisis menggunakan uji korelasi Pearson atau Spearman sesuai distribusi data. Perbandingan antar kelompok stadium dianalisis menggunakan uji Anova atau Kruskal–Wallis. Nilai $p < 0,05$ dianggap signifikan secara statistik.

Hasil

Penelitian ini bertujuan untuk menilai parameter hemoglobin dan zat besi serum serta menguji kontribusinya terhadap stratifikasi derajat keparahan GJK berdasarkan klasifikasi KDIGO.

Tabel 1. Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin dan Stadium GGK

Karakteristik Responden	n	%
Jenis kelamin		
Laki-laki	17	42.5
Perempuan	23	57.5
Stadium GGK		
G3b	3	7.5
G4	9	22.5
G5	28	70
Jumlah	40	100

Sumber : Data Penelitian (2025)

Berdasarkan Tabel 1, responden dalam penelitian ini didominasi oleh perempuan dan sebagian besar berada pada stadium lanjut GGK. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa karakteristik sampel lebih merepresentasikan pasien dengan tingkat keparahan penyakit yang tinggi. Komposisi ini perlu diperhatikan dalam interpretasi hasil penelitian karena dapat memengaruhi generalisasi temuan terhadap populasi dengan distribusi jenis kelamin dan stadium penyakit yang berbeda.

Tabel 2. Distribusi Statistik Usia, Kadar Hemoglobin, dan Zat Besi pada Pasien GGK

Variabel	Mean $\pm$ SD	Median (Min–Max)
Usia (tahun)	50,5 $\pm$ 12,14	50 (27–75)
Hb (g/dL)	8,88 $\pm$ 2,28	9 (2,1–14,1)
Fe (μ g/dL)	62,95 $\pm$ 35,99	57 (9–202)

Sumber : Data Penelitian (2025)

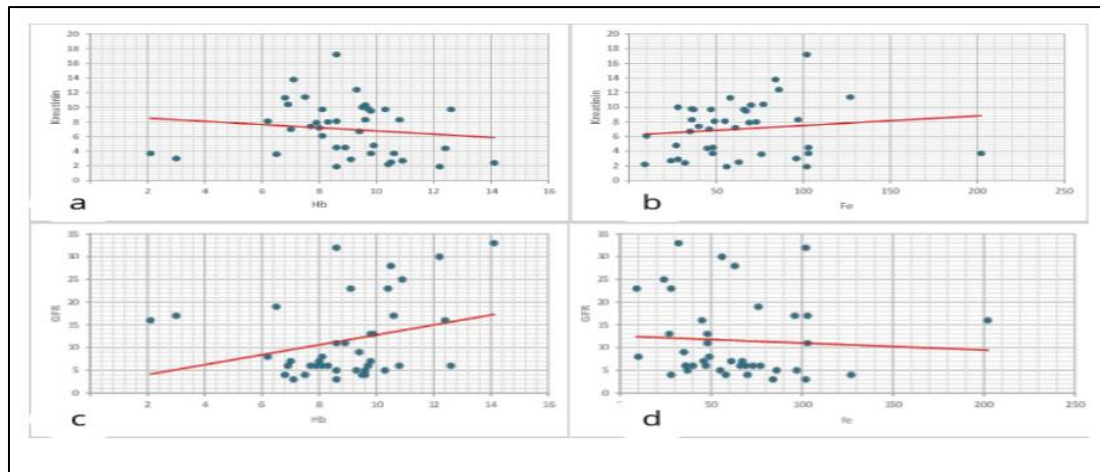
Berdasarkan Tabel 2, responden umumnya berada pada kelompok usia dewasa hingga lanjut usia yang berisiko tinggi mengalami progresivitas gagal ginjal kronik. Secara hematologis, kadar hemoglobin menunjukkan kecenderungan anemia, sedangkan kadar zat besi memperlihatkan variasi yang cukup luas antarresponden. Temuan ini mengindikasikan adanya permasalahan hematologis yang relevan pada pasien gagal ginjal kronik..

Tabel 3. Uji Korelasi Hb dan Fe dengan Kreatinin dan GFR pada Pasien Gagal Ginjal Kronik

Variabel penelitian	Kreatinin		GFR	
	Nilai r	Nilai p*	Nilai r	Nilai p**
Hb	-0.135	0.405	0.281	0.079
Fe	0.128	0.431	-0.206	0.222

Sumber : Data penelitian, *Uji Korelasi Pearson, **Uji Korelasi Spearman

Berdasarkan Tabel 3, parameter hemoglobin dan zat besi menunjukkan korelasi yang lemah terhadap kreatinin maupun GFR. Arah hubungan yang terbentuk tidak konsisten dan secara statistik tidak bermakna. Dengan demikian, pada penelitian ini tidak ditemukan hubungan yang signifikan antara parameter hematologis dengan fungsi ginjal pada pasien gagal ginjal kronik.



Gambar 1. (1a) Scatterplot Hubungan Kadar Hemoglobin (Hb) terhadap Kadar Kreatinin pada Pasien Gagal Ginjal Kronik, (1b) Scatterplot Zat Besi (Fe) terhadap Kadar Kreatinin pada Pasien Gagal Ginjal Kronik. (1c) Scatterplot Hubungan Kadar Hemoglobin (Hb) terhadap Laju Filtrasi Glomerulus (GFR) pada Pasien Gagal Ginjal Kronik. (1d) Scatterplot Hubungan Kadar Zat Besi (Fe) terhadap Laju Filtrasi Glomerulus (GFR) pada Pasien Gagal Ginjal Kronik

Berdasarkan Gambar 1, sebaran data menunjukkan hubungan yang lemah antara parameter hematologis dengan indikator fungsi ginjal. Pola yang terbentuk tidak memperlihatkan kecenderungan linear yang kuat, sehingga perubahan kadar hemoglobin maupun zat besi tidak diikuti oleh perubahan bermakna pada kreatinin maupun GFR. Temuan ini konsisten dengan hasil analisis statistik yang menunjukkan tidak adanya hubungan yang signifikan.

Tabel 4. Perbandingan Kadar Hemoglobin dan Zat Besi Serum Berdasarkan Stadium GJK

Variabel	G3b (n=3)	G4 (n=9)	G5 (n=28)	p
Hemoglobin (g/dL)	11,63 ± 2,79	8,39 ± 3,68	8,74 ± 1,40	0,633
Zat Besi Serum (µg/dL)	63,33 ± 35,57	71,78 ± 58,60	60,07 ± 26,92	0,267

Sumber : Data penelitian

Berdasarkan Tabel 4, tidak terdapat perbedaan yang bermakna kadar hemoglobin dan zat besi serum antar stadium GJK. Variasi yang terlihat tidak menunjukkan kecenderungan yang konsisten sesuai progresivitas penyakit, sehingga stadium tidak berpengaruh signifikan terhadap kedua parameter tersebut dalam penelitian ini.

Pembahasan

Penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar pasien gagal ginjal kronik (GGK) yang menjadi subjek penelitian adalah perempuan. Meskipun secara global prevalensi GGK sering dilaporkan lebih tinggi pada laki-laki, sejumlah studi epidemiologi internasional menunjukkan bahwa perempuan memiliki risiko lebih tinggi mengalami komplikasi hematologis, khususnya anemia dan defisiensi besi, terutama pada stadium lanjut penyakit (Aoun et al., 2018; Carrero et al., 2018). Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh faktor biologis dan hormonal, status nutrisi, serta perilaku pencarian layanan kesehatan. Selain itu, distribusi jenis kelamin pada penelitian berbasis rumah sakit sering kali mencerminkan karakteristik populasi lokal dan pola rujukan pelayanan kesehatan.

Distribusi stadium dalam penelitian ini didominasi oleh pasien pada stadium lanjut, yang mengindikasikan masih terbatasnya deteksi dini GGK di tingkat pelayanan primer (Kemkes, 2024). Secara klinis, stadium lanjut ditandai dengan penurunan laju filtrasi glomerulus (LFG) yang signifikan

dan meningkatnya kebutuhan terapi pengganti ginjal (Verdiansah, 2016). Keterlambatan diagnosis merupakan fenomena yang telah banyak dilaporkan, mengingat GJK berkembang secara progresif dan sering kali asimtomatik pada fase awal sehingga penting skrining pada populasi berisiko untuk mencegah progresivitas menuju stadium terminal (Koury & Haase, 2015).

Dari aspek hematologis, sebagian besar pasien menunjukkan kadar hemoglobin yang mengarah pada kondisi anemia. Secara patofisiologis, anemia pada GJK merupakan komplikasi multifaktorial akibat penurunan produksi eritropoietin, inflamasi kronik, serta gangguan metabolisme besi (Aoun et al., 2018). Disregulasi homeostasis besi pada GJK juga berkaitan dengan peningkatan hepcidin akibat inflamasi yang menghambat mobilisasi dan utilisasi besi (Levey & Coresh, 2012), defisiensi besi bahkan dapat terjadi sebelum anemia terdiagnosis secara klinis dan berkontribusi terhadap progresivitas penyakit serta peningkatan mortalitas (Imtiaz et al., 2023).

Namun demikian, meskipun secara teoritis anemia dan gangguan metabolisme besi berkaitan dengan derajat kerusakan ginjal, penelitian ini tidak menemukan korelasi yang bermakna antara kadar hemoglobin maupun zat besi dengan kreatinin, GFR, maupun stadium penyakit. Selain itu, tidak terdapat perbedaan yang signifikan kadar hemoglobin dan zat besi antarstadium GJK. Hasil ini menunjukkan bahwa parameter hematologis dalam penelitian ini tidak mencerminkan secara langsung derajat penurunan fungsi filtrasi ginjal (Oretla, 2022).

Temuan tersebut dapat dijelaskan oleh beberapa faktor. Pertama, ukuran sampel yang relatif terbatas serta distribusi subjek yang tidak merata antarstadium berpotensi menurunkan kekuatan analisis statistik. Kedua, sebagian besar pasien stadium lanjut kemungkinan telah menerima intervensi seperti suplementasi besi, transfusi darah, atau erythropoiesis-stimulating agents (ESA), yang dapat memodifikasi kadar hemoglobin dan zat besi sehingga hubungan fisiologis dengan fungsi ginjal menjadi tidak tampak jelas. Ketiga, anemia pada GJK bersifat kompleks dan dipengaruhi oleh berbagai determinan selain fungsi filtrasi ginjal, termasuk inflamasi sistemik, peningkatan hepcidin, status gizi, serta komorbiditas seperti diabetes dan penyakit kardiovaskular. Dengan demikian, fungsi ginjal bukan satu-satunya faktor yang menentukan variasi kadar Hb dan Fe.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun gangguan hematologis merupakan komplikasi penting pada GJK, parameter hemoglobin dan zat besi tidak dapat digunakan sebagai indikator tunggal untuk merefleksikan derajat penurunan fungsi ginjal pada populasi yang diteliti. Oleh karena itu, evaluasi parameter hematologis tetap diperlukan dalam manajemen klinis, namun interpretasinya harus mempertimbangkan faktor multifaktorial dan kondisi klinis individual pasien. Pendekatan multidisipliner yang terintegrasi dan berbasis pedoman internasional tetap menjadi strategi utama dalam tata laksana GJK guna memperlambat progresivitas penyakit dan meningkatkan kualitas hidup pasien.

Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa kadar hemoglobin (Hb) dan zat besi (Fe) tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan derajat keparahan gagal ginjal kronik (GJK) pada pasien rawat jalan. Parameter Hb dan Fe tidak menunjukkan korelasi bermakna dengan kadar kreatinin, laju filtrasi glomerulus, maupun stadium penyakit. Kadar Hb dan Fe tidak berasosiasi secara signifikan dengan tingkat keparahan GJK pada populasi yang diteliti. Temuan ini menegaskan bahwa gangguan hematologis pada GJK bersifat multifaktorial dan dipengaruhi oleh berbagai faktor klinis, termasuk

intervensi terapeutik. Oleh karena itu, pemantauan parameter hematologis tetap penting dalam tata laksana GKG, namun interpretasinya harus dilakukan secara komprehensif dan kontekstual.. Keterbatasan penelitian ini meliputi jumlah sampel yang relatif kecil dan distribusi stadium yang tidak merata, sehingga penelitian lanjutan dengan desain longitudinal dan ukuran sampel yang lebih besar diperlukan untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif.

Daftar Pustaka

1. Aoun, M., Karam, R., Sleilaty, G., Antoun, L., & Ammar, W. (2018). Iron deficiency across chronic kidney disease stages: Is there a reverse gender pattern? *PLOS ONE*, 13(1), e0191541. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191541>
2. Babitt, J. L., & Lin, H. Y. (2012). Mechanisms of Anemia in CKD. *Journal of the American Society of Nephrology*, 23(10), 1631–1634. <https://doi.org/10.1681/ASN.2011111078>
3. Bikbov, B., Purcell, C. A., Levey, A. S., Smith, M., Abdoli, A., Abebe, M., Adebayo, O. M., Afarideh, M., Agarwal, S. K., Agudelo-Botero, M., Ahmadian, E., Al-Aly, Z., Alipour, V., Almasi-Hashiani, A., Al-Raddadi, R. M., Alvis-Guzman, N., Amini, S., Andrei, T., Andrei, C. L., ... Vos, T. (2020). Global, regional, and national burden of chronic kidney disease, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, 395(10225), 709–733. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30045-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30045-3)
4. Carrero, J. J., Hecking, M., Chesnaye, N. C., & Jager, K. J. (2018). Sex and gender disparities in the epidemiology and outcomes of chronic kidney disease. *Nature Reviews Nephrology*, 14(3), 151–164. <https://doi.org/10.1038/nrneph.2017.181>
5. Fishbane, S., & Spinowitz, B. (2018). Update on Anemia in ESRD and Earlier Stages of CKD: Core Curriculum 2018. *American Journal of Kidney Diseases*, 71(3), 423–435. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2017.09.026>
6. Ganz, T., & Nemeth, E. (2012). Heparin and iron homeostasis. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Cell Research*, 1823(9), 1434–1443. <https://doi.org/10.1016/j.bbamcr.2012.01.014>
7. Imtiaz, I., Younas, A., Imran, A., Siddique, A., Malik, N. A., & Chughtai, A. S. (2023). SIGNIFICANCE OF MEASURING RETICULOCYTE HEMOGLOBIN (RET-HE) IN CHRONIC KIDNEY DISEASE PATIENTS. *Pakistan Journal of Pathology*, 34(2), 37–41. <https://doi.org/10.55629/pakjpathol.v34i2.748>
8. Kemkes, L. (2024). *PENANGANAN CKD (GAGAL GINJAL) - LMS Kemkes*.
9. Koury, M. J., & Haase, V. H. (2015). Anaemia in kidney disease: harnessing hypoxia responses for therapy. *Nature Reviews Nephrology*, 11(7), 394–410. <https://doi.org/10.1038/nrneph.2015.82>
10. Levey, A. S., & Coresh, J. (2012). Chronic kidney disease. *The Lancet*, 379(9811), 165–180. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60178-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60178-5)
11. Nangaku, M. (2006). Chronic Hypoxia and Tubulointerstitial Injury. *Journal of the American Society of Nephrology*, 17(1), 17–25. <https://doi.org/10.1681/ASN.2005070757>
12. Oretla, E. N. (2022). Patofisiologi Penyakit Ginjal Kronis. In *Alomedika* (p. 1).
13. Stevens, P. E., Ahmed, S. B., Carrero, J. J., Foster, B., Francis, A., Hall, R. K., Herrington, W. G., Hill, G., Inker, L. A., Kazancıoğlu, R., Lamb, E., Lin, P., Madero, M., McIntyre, N., Morrow, K., Roberts, G., Sabanayagam, D., Schaeffner, E., Shlipak, M., ... Levin, A. (2024). KDIGO 2024 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney International*, 105(4), S117–S314. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2023.10.018>

14. Verdiansah. (2016). *Pemeriksaan Fungsi Ginjal*. 43(2), 148–154.
15. Webster, A. C., Nagler, E. V, Morton, R. L., & Masson, P. (2017). Chronic Kidney Disease. *The Lancet*, 389(10075), 1238–1252. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)32064-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)32064-5)