

PENGARUH OBESITAS TERHADAP KADAR HEMOGLOBIN DAN HEMATOKRIT SAMPel DARAH PENDONOR SELAMA PENYIMPANAN 35 HARI

*Effect Of Obesity On Hemoglobin And Hematocrit Levels Of Donor Blood Samples During 35 Days
Storage*

Dwi Eni Danarsih, Dyah Artini, Nur'Aini Purnamaningsih

Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta

(dwieni@gmail.com, 087738905183)

ABSTRAK

Transfusi produk sel darah merah bertujuan untuk memperbaiki kondisi anemia atau kehilangan darah pada pasien. Oleh sebab itu komponen darah yang ditransfusikan diharapkan mampu mengganti sel darah merah yang hilang karena perdarahan dan menaikkan kadar hemoglobin sehingga hemolisis pada produk darah harus ditekan. Obesitas berhubungan dengan kualitas produk darah berdasarkan beberapa penelitian karena dapat mempercepat proses hemolisis darah. Namun, seleksi pendonor darah selama ini tidak mencakup obesitas sebagai salah satu persyaratannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh obesitas terhadap kadar hemoglobin dan hematokrit pendonor selama penyimpanan 35 hari. Metode penelitian ini adalah observasional analitik dengan desain studi kohort. Sampel darah dari donor obesitas dan non obesitas diperiksa kadar hemoglobin dan hematokritnya sampai akhir penyimpanan 35 hari. Populasi penelitian ini adalah seluruh pendonor obesitas di Unit Donor Darah PMI Kabupaten Sleman. Sampel penelitian ini adalah sebagian pendonor obesitas di Unit Donor Darah PMI Kabupaten Sleman dengan jumlah 4 orang pendonor obesitas dan 4 pendonor non-obesitas sebagai kontrol. Sampel yang diambil kemudian disimpan dan diperiksa kadar hemoglobin dan hematokritnya. Data yang didapatkan kemudian dianalisis menggunakan *Student T-Test*. Hasil pemeriksaan menunjukkan kadar hemoglobin dan hematokrit lebih tinggi pada sampel darah dari pendonor non-obesitas daripada sampel darah dari pendonor obesitas. Tidak ada hubungan antara obesitas dengan kadar hemoglobin dan hematokrit sampel darah selama penyimpanan 35 hari.

Kata Kunci: Obesitas; donor; darah; hemoglobin; hematokrit.

ABSTRACT

Transfusion of red blood cell products aims to improve anemia or blood loss in patients. As a result, transfused blood components are expected to replace lost red blood cells due to bleeding and increase hemoglobin levels, requiring hemolysis in blood products to be suppressed. Based on several studies, obesity is related to the quality of blood products because it can accelerate the process of blood hemolysis. However, the selection of blood donors so far does not include obesity as one of the requirements. The purpose of this study was to determine the effect of obesity on donor hemoglobin and hematocrit levels during 35 days of storage. This research method is analytic-observational with a cohort study design. Blood samples from obese and non-obese donors were examined for hemoglobin and hematocrit levels until the end of 35 days of storage. The population of this study were all obese donors at the PMI Blood Donor Unit in Sleman Regency. The sample for this study was some obese donors at the PMI Blood Donor Unit in Sleman Regency, with a total of four obese donors and four non-obese donors as controls. The samples taken were then stored and examined for hemoglobin and hematocrit levels. The data obtained was then analyzed using the Student T-Test. The results showed that the hemoglobin and hematocrit levels were higher in blood samples from non-obese donors than in blood samples from obese donors. There is no relationship between obesity and hemoglobin levels or hematocrit of blood samples during the 35 days of storage.

Keywords: Obesity; donor; blood; hemoglobin; hematocrit.

Pendahuluan

Obesitas termasuk salah satu penyakit yang menjadi masalah di Indonesia bahkan di dunia. Prevalensi penderita obesitas (IMT ≥ 25) di Indonesia sekitar 28,7%. Penumpukan lemak yang berlebihan pada obesitas disebabkan karena ketidakseimbangan asupan energi dengan energi yang digunakan dalam waktu lama. Terdapat beberapa factor risiko obesitas yaitu faktor genetik, faktor lingkungan seperti pola makan dan aktivitas fisik, serta faktor obat-obatan dan hormonal (Kementerian Kesehatan RI, 2018). Pada penderita obesitas, konsumsi lemak yang tinggi dapat meningkatkan disfungsi eritrosit melalui peningkatan kolesterol membran eritrosit, penurunan deformabilitas, peningkatan oksidasi dan peningkatan ikatan reseptor kemokin. Keadaan tersebut menyebabkan peningkatan fagositosis dan pengambilan eritrosit oleh limpa (Unruh *et al.*, 2015).

Unit Transfusi Darah merupakan penyelenggara pelayanan darah diharapkan dapat memberikan darah yang aman, bermanfaat, dan sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Perlu melakukan pengawasan mutu terhadap produk darah yang dihasilkan agar dapat memberikan manfaat untuk pasien yang menerima transfusi. Pengawasan mutu pada produk darah sel darah merah (*Whole Blood dan Packed Red Cells*) meliputi kadar hemoglobin, hemolisis, hematokrit, dan jumlah lekosit. Produk darah PRC dan WB

dapat disimpan dalam waktu 35 hari. Dalam rentang waktu tersebut, sel darah merah yang ada di dalamnya dapat mengalami hemolisis, penurunan hemoglobin dan hematokrit. Syarat mutu yang ditetapkan untuk produk PRC dan WB adalah nilai hemolisis produk darah adalah $<0,8\%$, kadar hemoglobin minimal 45 g per kantong, dan kadar hematokrit 0,65-0,75 per kantong (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2015).

Pengaruh obesitas terhadap kualitas produk darah belum banyak dikaji. Penelitian kohort dengan menguji hemolisis selama penyimpanan 42 hari dihubungkan dengan indeks massa tubuh pada produk PRC leucodepleted mendapatkan hasil sel darah merah dari pendonor yang memiliki IMT ≥ 30 kg/m² mengalami peningkatan hemolisis spontan dan osmotik (Hazegh *et al.*, 2021). Studi selanjutnya dengan metode retrospektif, menelusuri data kontrol kualitas yang ada di pelayanan darah yang meliputi kadar hemoglobin total dan hematokrit. Pengujian hemolisis pada penelitian ini menggunakan metode spektrofotometri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk sel darah merah dari pendonor laki-laki memiliki kadar hemoglobin, dan hemolisis lebih tinggi daripada pendonor perempuan. Sampel dari pendonor wanita obesitas pada usia yang lebih tua memiliki tren hemolisis yang lebih tinggi (Sparrow *et al.*, 2021).

Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa kualitas PRC akan menurun selama penyimpanan. Penelitian yang dilakukan Mumpuni *et al.* (2021) mencoba memberikan solusi untuk permasalahan tersebut dengan pemberian vitamin C dan vitamin E pada produk darah. Filtrasi dilakukan pada sampel untuk melihat elastisitas darah sebelum dan setelah diberikan vitamin. Hasilnya, pemberian vitamin C dan E sebagai antioksidan memberikan perlindungan untuk mempertahankan elastisitas sel darah merah selama penyimpanan darah donor (Mumpuni *et al.*, 2021).

Pemeriksaan kualitas mutu sangat penting dilakukan untuk menjamin kebermanfaatan produk darah bagi pasien penerima darah. Produk darah yang tidak sesuai kualitas, dalam hal ini banyaknya sel yang rusak (hemolisis), dapat menyebabkan peningkatan kadar hemoglobin pasien setelah transfusi tidak sesuai harapan. Produk darah yang baik dapat dihasilkan dari pendonor yang sehat. Penelitian mengenai dampak obesitas terhadap kualitas darah belum banyak diteliti di Indonesia. Obesitas juga belum menjadi salah satu parameter skrining pada seleksi donor. Oleh sebab itu, penelitian mengenai obesitas terhadap kualitas darah perlu dilakukan.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan desain studi kohort. Obesitas dihubungkan dengan kualitas darah pendonor di Unit Donor Darah PMI Kabupaten Sleman. Populasi penelitian ini

adalah seluruh pendonor obesitas di Unit Donor Darah PMI Kabupaten Sleman. Sampel penelitian ini adalah sebagian pendonor obesitas di Unit Donor Darah PMI Kabupaten Sleman dengan jumlah 4 orang pendonor obesitas. Sampel dari pendonor yang tidak obesitas dijadikan kelompok kontrol dengan jumlah yang sama dengan kelompok obesitas.

Pendonor yang diikuti dalam penelitian ini merupakan donor darah sukarela rutin. Pendonor yang baru pertama kali mendonorkan darah tidak diikutsertakan dalam penelitian ini. Variabel terikatnya adalah kadar hemoglobin dan hematokrit selama penyimpanan, sedangkan variabel bebasnya adalah status obesitas. Pendonor dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok pendonor obesitas ($IMT \geq 25 \text{ kg/m}^2$) dan pendonor non-obesitas ($IMT 18,5 - 22,9 \text{ kg/m}^2$). Masing-masing kelompok terdiri dari 4 pendonor dengan proses *matching* jenis kelamin, usia, dan golongan darah. Pengambilan sampel darah kemudian dilakukan pada pendonor sebanyak 3 ml. Pemeriksaan hematologi meliputi kadar hemoglobin, hematokrit, trombosit, dan leukosit dilakukan menggunakan alat *hematology analyzer*. Pemeriksaan hematologi dilakukan pada penyimpanan hari ke-1, ke-7, ke-14, ke-21, ke-28, dan ke-35. Pemeriksaan tersebut dilakukan di Laboratorium Uji Mutu Prodi Teknologi Bank Darah Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta. Selama penyimpanan,

sampel darah diletakkan pada refrigerator pada suhu 2-6⁰C. Hasil pemeriksaan masing-masing kelompok kemudian dianalisis menggunakan *Student T-Test*.

Hasil

Jumlah sampel yang diambil adalah 8 tabung dari 8 pendonor, 4 pendonor obesitas dan 4 pendonor normal. Pengambilan data dilakukan dari tanggal 26 Juli – 28 Juli 2022. Sampel darah kemudian diperiksa parameter hematologinya menggunakan *Hematology Analyzer*. Pemeriksaan dilakukan pada hari ke-1, 7, 14, 21, 28, dan 35. Berikut karakteristik pendonor darah yang diambil sampel darah.

Tabel 1. Karakteristik Subjek Penelitian

Karakteristik	Obesitas (n=4)	Non-Obesitas (n=4)	Nilai p
Jenis Kelamin			1,0
Laki-Laki	2 (50%)	2 (50%)	
Perempuan	2 (50%)	2 (50%)	0,733
Usia	42,5 (6,14)	39,5 (15,2)	
Golongan Darah			1,0
B	2 (50%)	2 (50%)	
O	2 (50%)	2 (50%)	
Karakteristik	Obesitas (n=4)	Non-Obesitas (n=4)	Nilai p
Merokok			0,465
Ya	1 (25%)	2 (50%)	
Tidak	3 (75%)	2 (50%)	
Berat Badan	76,75 (8,46)	58,5 (3)	0,017
IMT	27,95 (1,88)	23,02 (1,14)	0,04
Tekanan Darah Sistol	121 (16,0)	110 (0)	0,264
Tekanan Darah Diastole	75 (10)	70 (0)	0,391
Hemoglobin	14,35 (0,75)	14,7 (1,47)	0,686
Hematokrit	42,15 (1,5)	42,33 (1,89)	

Dari tabel 1 dapat diketahui bahwa karakteristik responden yaitu jenis kelamin, usia, golongan darah, dan status merokok antara kelompok obesitas dan non-obesitas tidak berbeda secara statistik. Berat badan dan IMT pada kelompok pendonor obesitas lebih tinggi daripada pendonor non-obesitas. Tekanan darah pada kelompok obesitas lebih tinggi daripada kelompok non-obesitas, namun secara statistik tidak bermakna. Kadar hemoglobin dan hematokrit diukur saat seleksi donor dan menggunakan sampel darah kapiler yang diambil dari ujung jari pendonor. Rata-rata kadar hemoglobin dan hematokrit pendonor lebih tinggi pada kelompok non-obesitas dibandingkan dengan kelompok obesitas tetapi tidak bermakna secara statistik. Hasil pemeriksaan hematologi pada sampel darah menggunakan alat *Hematology Analyzer* disajikan pada tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Hematologi pada Sampel Darah

Parameter	Obesitas (n=4)*	Non-Obesitas (n=4)*
Jumlah Eritrosit	3,7 (0,13)	3,97 (0,42)
Jumlah Leukosit	2,74 (0,56)	2,79 (0,64)
Jumlah Trombosit	155,8 (68)	143,33 (35,37)
Kadar Hemoglobin	10,97 (0,35)	11,43 (1,08)
Kadar Hematokrit	34,16 (1,19)	36,13 (3,62)

0,890

*Nilai yang ditampilkan adalah nilai rata-rata (standar deviasi).

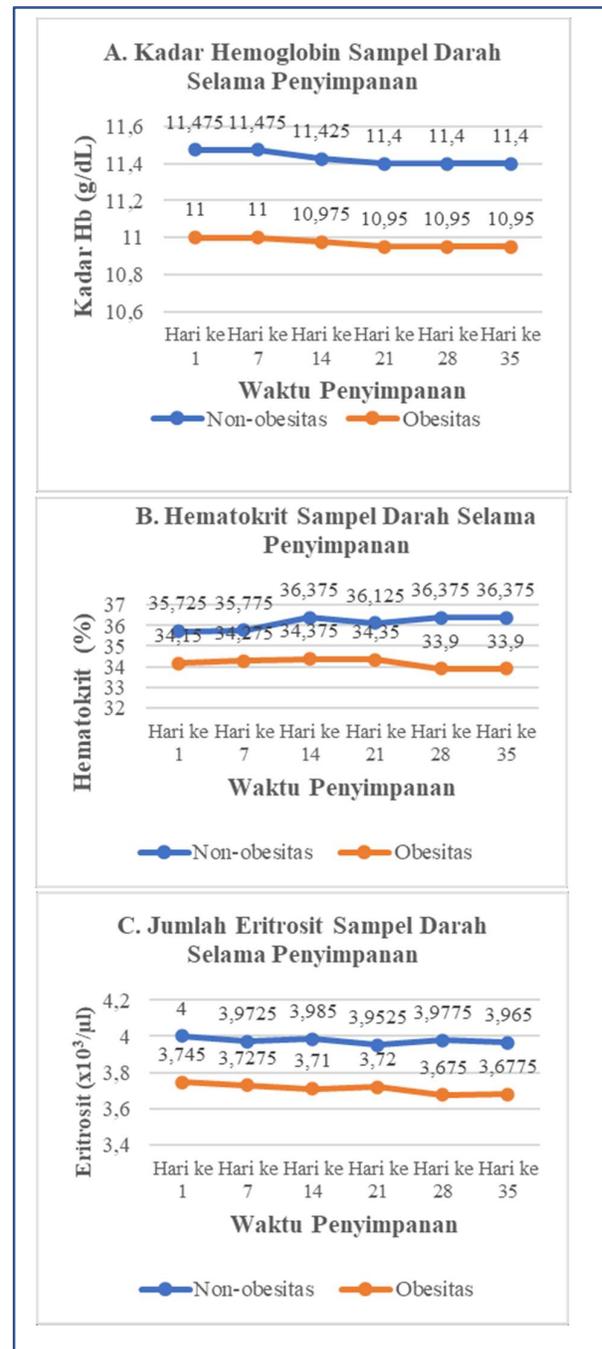
Rata-rata jumlah eritrosit, leukosit, kadar hemoglobin, dan hematokrit lebih tinggi pada sampel darah dari pendonor non-obesitas

pendonor obesitas cenderung naik sampai hari pendonor obesitas lebih tinggi daripada pendonor non-obesitas (Tabel 2). Hasil pemeriksaan kadar hemoglobin dan kadar hematokrit sampel darah lebih rendah daripada hasil pemeriksaan saat seleksi donor (Tabel 2). Hal ini kemungkinan karena penambahan antikoagulan CPDA-1 sebanyak 0,5 ml pada tabung sampel sehingga terjadi pengenceran sel darah merah. Penambahan antikoagulan tersebut bertujuan untuk membuat kondisi penyimpanan pada tabung sampel mirip dengan kondisi penyimpanan pada kantong darah. Hasil Pemeriksaan Kadar Hemoglobin dan Hematokrit sampel darah selama penyimpanan disajikan dalam Gambar 1.

Rata-rata kadar hemoglobin pada kedua kelompok sampel menunjukkan penurunan dari penyimpanan hari pertama sampai hari ke-35. Rata-rata kadar hemoglobin pada sampel pendonor obesitas lebih rendah daripada pendonor non-obesitas. Pada sampel darah pendonor obesitas terjadi penurunan kadar hemoglobin sebesar 0,05 g/dL sedangkan pada sampel darah pendonor non obesitas terjadi penurunan sebesar 0,075 g/dL. Penurunan jumlah eritrosit pada hari ke-35 lebih tinggi pada kelompok obesitas (0,0675) daripada kelompok non-obesitas (0,035). Rata-rata hematokrit pada sampel darah.

ke-21, namun pada hari ke 28 mulai menurun daripada sampel darah dari pendonor obesitas. Rata-rata jumlah trombosit pada sampel darah

Kelompok sampel darah pendonor non-obesitas memiliki hematokrit yang cenderung naik, walaupun pada hari ke-21 mengalami



Gambar 1. Gambaran rerata kadar hemoglobin (A), hematokrit (B), dan jumlah eritrosit (C) sampel darah pendonor obesitas dan non-obesitas selama penyimpanan 35 hari.

penurunan. Sampel darah pendonor obesitas memiliki rata-rata hematokrit yang lebih rendah daripada pendonor non-obesitas (Gambar 1).

Data rata-rata kadar hemoglobin dan hematokrit selama penyimpanan diuji dengan Kolmogorov Smirnov untuk mengetahui kenormalan data. Data rata-rata kadar hemoglobin menunjukkan nilai $p < 0,05$ (0,024) sehingga uji kelompoknya menggunakan *U Mann Whitney Test*. Data rata-rata hematokrit sampel menunjukkan nilai $p > 0,05$ (0,108) sehingga uji kelompoknya menggunakan *Independent Sample T test*. Hasil analisis menunjukkan bahwa perbedaan nilai rata-rata antara kelompok sampel tidak signifikan (nilai p kadar Hemoglobin = 0,561; nilai p Hematokrit = 0,342).

Pembahasan

Hasil pemeriksaan kadar hemoglobin dan jumlah eritrosit sampel darah pendonor selama penyimpanan menunjukkan terjadi penurunan nilai pada akhir masa penyimpanan. Penurunan jumlah eritrosit lebih tinggi pada kelompok obesitas. Hasil ini berbeda dengan penelitian di Korea (Jeong *et al.*, 2022) yang menunjukkan hasil nilai hemoglobin, hematokrit, eritrosit, leukosit, dan trombosit lebih tinggi pada kelompok obesitas daripada kelompok normal. Nilai IMT yang tinggi berhubungan dengan

parameter hematologi yang tinggi pada anak-anak dan dewasa. Penelitian di Iran menunjukkan hasil yang sejalan dengan penelitian ini. Indeks massa tubuh memiliki hubungan terbalik dengan indeks eritrosit. Kenaikan nilai IMT berhubungan dengan penurunan jumlah eritrosit, hemoglobin

hematokrit, MCV, MCH, MCHC, dan angka limfosit (Kohsari *et al.*, 2021).

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa obesitas tidak berhubungan dengan kadar hemoglobin dan hematokrit sampel darah ($p > 0,05$). Hasil ini sejalan dengan penelitian di Yazd Iran yang mengkaji hubungan antara IMT dengan konsentrasi hemoglobin dan penanda defisiensi zat besi pada pasien dewasa (18-65 tahun). Dalam penelitian tersebut tidak ditemukan hubungan antara IMT dengan konsentrasi hemoglobin, MCV, serum iron, TIBC, transferrin saturation index, dan ferritin (Ghadiri-Anari *et al.*, 2014). Uji ANOVA pada subjek anak-anak (6 – 59 bulan) menunjukkan hasil tidak ada hubungan antara IMT dan anemia (Kamruzzaman, 2021).

Penelitian lain menunjukkan hasil yang berbeda dengan penelitian ini. Pada wanita hamil yang obesitas memiliki kadar hemoglobin yang lebih tinggi daripada wanita hamil yang tidak obesitas di Sudan. Selain itu, angka lekosit pada wanita obesitas juga lebih tinggi yang menandakan kemungkinan terjadinya inflamasi

(Elmugabil *et al.*, 2017). Penelitian kohort retrospektif pada 46 wanita hamil trisemester kedua menunjukkan hal yang berbeda. Rata-rata kadar hemoglobin pada kelompok obesitas lebih rendah daripada kelompok berat badan normal (Crabb & Chamberlin, 2012). Kadar hemoglobin memiliki korelasi negatif dengan IMT dan persentase lemak tubuh pada wanita sehat. Korelasi antara Hb dengan berat badan, tinggi badan, dan IMT menunjukkan korelasi yang lebih rendah dibandingkan dengan persentase lemak tubuh. Oleh karena itu, peningkatan lemak tubuh dapat dianggap sebagai indikator kadar Hb yang lebih rendah (Acharya *et al.*, 2018).

Obesitas menyebabkan inflamasi sistemik rendah yang berlangsung lama (kronis). Adanya inflamasi ini ditandai dengan perubahan jaringan adiposa dan sel-sel inflamasi (neutrofil, monosit, limfosit, dan makrofag spesifik jaringan) serta adanya kerusakan jaringan. Hal tersebut menyebabkan peningkatan kadar penanda inflamasi plasma dan sel inflamasi dalam sirkulasi (Rogero & Calder, 2018). Oleh sebab itu, jumlah leukosit cenderung lebih tinggi pada individu dengan obesitas. Selama inflamasi berlangsung, sejumlah sitokin proinflamasi meningkat. Sitokin ini memodulasi ekspresi simpanan protein dan transportasi besi. Sitokin Interleukin 6 yang distimulasi selama inflamasi mempengaruhi peningkatan hepcidin di hepatosit. Peningkatan hepcidin menyebabkan penurunan penyerapan zat besi dari usus

sehingga terjadi hipoferrremia penyebab anemia (Bissinger *et al.*, 2019). Karena hal tersebut, obesitas memiliki risiko penurunan kadar hemoglobin.

Mekanisme obesitas mempengaruhi sel darah merah selama penyimpanan dan efikasi transfusi belum jelas. Berdasarkan penelitian Hazegh (Hazegh *et al.*, 2021), nilai IMT pendonor memiliki hubungan positif dengan hemolisis selama penyimpanan suhu dingin sebagai respon terhadap tekanan osmotik. Hasil pengamatan pada tikus NSG menunjukkan peningkatan hemolisis berkaitan dengan pengurangan pemulihan pasca transfusi. Penyimpanan eritrosit yang lama (39-42 hari) dari pendonor dengan IMT ≥ 30 kg/m² kemungkinan berhubungan dengan peningkatan pembersihan eritrosit donor segera setelah transfusi.

Keterbatasan penelitian ini adalah pengambilan data dilakukan dalam satu waktu dan tidak ada penelusuran riwayat kadar hemoglobin dan hematokrit sebelumnya. Selain itu, asupan makanan dan aktivitas fisik tidak dikaji pada penelitian ini.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah nilai kadar hemoglobin dan hematokrit pada sampel darah pendonor obesitas lebih rendah daripada pendonor non-obesitas. Tidak ada hubungan antara obesitas dengan kadar hemoglobin dan hematokrit sampel darah selama penyimpanan 35 hari. Penelitian selanjutnya perlu mengukur aspek lain yang berhubungan dengan kualitas produk darah dengan jumlah sampel yang lebih besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung kegiatan penelitian ini, meliputi:

1. Dekan Fakultas Kesehatan Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta.
2. Ketua PPPM Fakultas Kesehatan Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta.
3. Ketua Program Studi Teknologi Bank Darah (D-3) Fakultas Kesehatan Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta.
4. Unit Donor Darah PMI Kabupaten Sleman

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya, S., Patnaik, M., Mishra, S., & Panigrahi, A. (2018). Correlation of hemoglobin versus body mass index and body fat in young adult female medical students. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*, 8(9), 1371. <https://doi.org/10.5455/njppp.2018.8.0619912062018>
- Bissinger, R., Bhuyan, A. A. M., Qadri, S. M., & Lang, F. (2019). Oxidative stress, eryptosis and anemia: a pivotal mechanistic nexus in systemic diseases. *FEBS Journal*, 286(5), 826–854. <https://doi.org/10.1111/febs.14606>
- Crabb, A.M. and Chamberlin, R. (2012). Hemoglobin levels in normal-weight and obese patients during pregnancy. *The Journal of Reproductive Medicine*, 57(3-4), pp.105-108. <https://europepmc.org/article/med/22523868>
- Elmugabil, A., Rayis, D. A., Abdelmageed, R. E., Adam, I., & Gasim, G. I. (2017). High level of hemoglobin, white blood cells and obesity among Sudanese women in early pregnancy: A cross-sectional study. *Future Science OA*, 3(2). <https://doi.org/10.4155/foa-2016-0096>
- Ghadiri-Anari, A., Nazemian, N., & Vahedian-Ardakani, H. A. (2014). Association of body mass index with hemoglobin concentration and iron parameters in Iranian population. *International Scholarly Research Notices*.
- Hazegh, K., Fang, F., Bravo, M. D., Tran, J. Q., Muench, M. O., Jackman, R. P., Roubinian, N., Bertolone, L., D'Alessandro, A., Dumont, L., Page, G. P., & Kanas, T. (2021). Blood donor obesity is associated with changes in red blood cell metabolism and susceptibility to hemolysis in cold storage and in response to osmotic and oxidative stress. *Transfusion*, 61(2), 435–448. <https://doi.org/10.1111/trf.16168>
- Jeong, H. R., Sang, H. L., Shim, Y. S., & Hwang, J. S. (2022). Positive Associations between Body Mass Index and. *Children*, 9(109), 1–14.
- Kamruzzaman M. (2021). Is BMI associated with anemia and hemoglobin level of women and children in Bangladesh: A study with multiple statistical approaches. *PloS One*. , Oct 28(16(10):e0259116). <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0259116>
- Kementerian Kesehatan RI. (2018). *FactSheet Obesitas Kit Informasi Obesitas.pdf* (pp. 1–8).
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. (2015). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 91 Tahun 2015 Tentang Standar Mutu Pelayanan Transfusi Darah*.
- Kohsari, M., Moradinazar, M., Rahimi, Z., Najafi, F., Pasdar, Y., Moradi, A., & Shakiba, E. (2021). Association between RBC Indices, Anemia, and Obesity-Related Diseases Affected by Body Mass Index in Iranian Kurdish Population: Results from a Cohort Study in Western Iran. *International Journal of Endocrinology*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/9965728>

- Mumpuni, N., Supadmi, F. R. S., Tongkasi, S. M., & Fauzi, A. (2021). Antioksidan Vitamin C Dan E Memberi Perlindungan Terhadap Elastisitas Sel Darah Merah Selama Penyimpanan Darah Donor. *Syifa' MEDIKA: Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, *11*(2), 84. <https://doi.org/10.32502/sm.v11i2.2815>
- Rogero, M. M., & Calder, P. C. (2018). Obesity, inflammation, toll-like receptor 4 and fatty acids. *Nutrients*, *10*(4), 1–19. <https://doi.org/10.3390/nu10040432>
- Sparrow, R. L., Payne, K. A., & Adams, G. G. (2021). Higher donor body mass index is associated with increased hemolysis of red blood cells at 42-days of storage: A retrospective analysis of routine quality control data. *Transfusion*, *61*(2), 449–463. <https://doi.org/10.1111/trf.16203>
- . Unruh, D., Srinivasan, R., Benson, T., Haigh, S., Coyle, D., Batra, N., Keil, R., Sturm, R., Blanco, V., Palascak, M., Franco, R. S., Tong, W., Chatterjee, T., Hui, D. Y., Davidson, W. S., Aronow, B. J., Kalfa, T., Manka, D., Peairs, A., ... Bogdanov, V. Y. (2015). Red blood cell dysfunction induced by high-fat diet: Potential implications for obesity-related atherosclerosis. *Circulation*, *132*(20), 1898–1908. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATION>
AHA.115.01731