

Perbandingan Penanda Inflamasi dan Elastisitas Vaskular antara Mahasiswa Kedokteran Prehipertensi dan Normotensi di Jakarta

Naufal Rafi Kusuma Wibowo¹, Nurfitri Bustamam^{2*}, Meiskha Bahar³, Diana Agustini Purwaningastuti⁴

¹²³⁴Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Jakarta, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

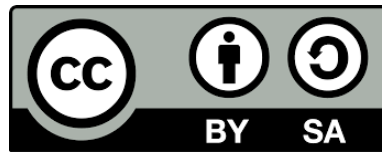
Received: January 16, 2024

Revised: February 17, 2024

Accepted: March 10, 2025

Available online: March 11, 2025

Keywords: inflammation, prehypertension, risk factors, young adult



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2025 by Author. Published by Medical Faculty and Health Sciences, Krida Wacana Christian University

ABSTRACT

Introduction: An unhealthy lifestyle among medical students may contribute to inflammation, reduced vascular elasticity, and increased blood pressure. However, cardiovascular risk in these young adults remains less explored compared to hypertensive patients. **Purpose:** This study compares inflammatory markers and vascular elasticity in prehypertensive and normotensive medical students. **Methods:** A case-control study utilizing simple random sampling was conducted in the medical student population, included 54 prehypertensive or normotensive subjects with no history of hematological disorders, autoimmune diseases, cancer, diabetes mellitus, or cardiovascular medication use. Vascular elasticity, blood pressure, and inflammatory markers were assessed using an accelerated photoplethysmograph, a digital sphygmomanometer, and a hematology analyzer. **Results:** A total of 25 subjects (46.3 %) had suboptimal vascular elasticity, 30 (55.6%) had a high neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR), and 40 (74.1%) exhibited a low-risk platelet-to-lymphocyte ratio (PLR). The Chi-square test revealed a significant difference in NLR between prehypertensive and normotensive students ($p = 0.000$; $OR = 7.0$; $CI = 2.3-20.7$), while no significant difference was observed in PLR ($p = 0.525$). Vascular elasticity also differed significantly between groups ($p = 0.000$; $OR = 5.2$; $CI = 2.0-13.2$). **Conclusion:** Prehypertensive subjects had higher NLR, and those with suboptimal vascular elasticity had higher prehypertension risk. These findings highlight the need for cardiovascular risk assessment in young adults.

1. Pendahuluan

Hipertensi adalah penyakit tidak menular akibat perubahan gaya hidup yang menjadi salah satu penyebab kematian terbanyak di dunia.¹ Data Survei Kesehatan Indonesia Tahun 2023 menunjukkan prevalensi hipertensi di Indonesia sebesar 30,8% dan di DKI Jakarta mencapai 30,9%.² Peningkatan tekanan darah dalam rentang kecil seringkali tidak mendapatkan perhatian karena individu tersebut pada umumnya tidak mempunyai keluhan dan tampak sehat. Oleh karena itu, pada tahun 2003 *Joint National Committee for Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure* (JNC 7) memperkenalkan istilah "prehipertensi", yaitu tekanan darah sistolik 120–139 mmHg dan/atau tekanan darah diastolik 80–89 mmHg.¹

Mahasiswa fakultas kedokteran memiliki tingkat stres tinggi dan melakukan gaya hidup tidak sehat seperti sering mengonsumsi makanan cepat saji, kurang tidur, dan kurang aktivitas fisik yang merupakan faktor risiko prehipertensi.³ Penelitian pada 118 orang mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Riau dalam rentang usia 20-24 tahun didapatkan 34,7% mengalami prehipertensi.⁴ Kondisi tersebut menjadi pemicu terjadinya inflamasi pada vaskular sehingga

*Corresponding author

E-mail addresses: nurfitri.bustamam@upnvj.ac.id

terjadi peningkatan penanda inflamasi.⁵ Namun, kondisi prehipertensi seringkali diabaikan, sehingga dampak kondisi ini terhadap inflamasi dan elastisitas vaskular cenderung kurang mendapat perhatian, meskipun sesungguhnya prehipertensi dapat memengaruhi kesehatan kardiovaskular jangka panjang.

Leukosit dan subkelompoknya memainkan peran utama dalam memperbaiki dan mengganti jaringan nekrotik.⁶ Intensitas respons inflamasi tercermin dari jumlah leukosit. Selain jumlah sel, *Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio* (NLR) dan *Platelet-to-Lymphocyte Ratio* (PLR) menjadi penanda inflamasi yang dapat diperiksa dengan biaya yang relatif murah dan mudah.⁷ Inflamasi kronis akan menyebabkan rusaknya endotelium sehingga terjadi *remodelling* pada vaskular dan terjadi penurunan elastisitas vaskular.⁸

Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan NLR dan elastisitas vaskular antara pasien hipertensi dan normotensi.^{9,10} Namun, penelitian tentang penanda inflamasi dan elastisitas vaskular pada kelompok prehipertensi dewasa muda belum banyak dieksplorasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengisi kesenjangan tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan penanda inflamasi (NLR dan PLR) dan elastisitas vaskular antara mahasiswa kedokteran prehipertensi dan normotensi. Penelitian ini penting untuk mengetahui risiko kardiovaskular pada dewasa muda.

2. Metode

Protokol penelitian mendapatkan persetujuan etik dari Komisi Etik Penelitian UPNVJ dengan nomor surat: 549/XII/2024/KEP. Penelitian dilakukan di *Medical Education and Research Center* Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta pada bulan Agustus 2024 – Januari 2025 dengan populasi mahasiswa preklinik FKUPNVJ. Penelitian ini menggunakan desain *case-control* dan teknik *simple random sampling* menggunakan aplikasi Microsoft Excel. Kriteria inklusi subjek penelitian ini adalah: mahasiswa kedokteran dengan tekanan darah prehipertensi atau normotensi. Subjek dengan gangguan pembekuan darah, riwayat penyakit autoimun, riwayat kanker, riwayat diabetes melitus, dan menggunakan obat kardiovaskular dieksklusi dari penelitian.

Besar sampel dihitung menggunakan rumus uji hipotesis beda dua proporsi dengan $\alpha = 5\%$, $\beta = 95\%$, $P_1 = 0,55$ dan $P_2 = 0,17$. Hasil perhitungan didapatkan besar sampel sebanyak 48 orang. Selanjutnya hasil perhitungan ditambah 10% untuk mengantisipasi kemungkinan *drop out* sehingga didapatkan besar sampel minimal 54 orang. Data karakteristik subjek dikumpulkan menggunakan kuesioner. Kuesioner terdiri dari pertanyaan tentang identitas dan kriteria subjek penelitian. Penanda inflamasi NLR dan PLR diukur dari sediaan darah lengkap yang dianalisis menggunakan *Hematology Analyzer* Alinity HQ. Elastisitas vaskular diukur menggunakan *Accelerated Photoplethysmograph (APG) Analyzer* SA-3000P. Tekanan darah diukur menggunakan sphygmomanometer digital dengan merek OneMed yang telah dikalibrasi.

Analisis data menggunakan program analisis statistika untuk membandingkan penanda inflamasi dan elastisitas vaskular antara mahasiswa prehipertensi dan normotensi. Pada penelitian dilakukan uji statistik untuk menilai apakah karakteristik kedua kelompok penelitian homogen dan apakah karakteristik tersebut merupakan perancu hasil penelitian. Skala pengukuran kedua variabel merupakan skala ordinal (kategorik) sehingga digunakan uji Chi-square. Jika didapatkan *p-value* < 0,05, dapat disimpulkan terdapat perbedaan atau hubungan antar variabel.

3. Hasil

Pada Tabel 1 dapat dilihat karakteristik subjek penelitian. Subjek penelitian terdiri dari 23 orang (42,59%) laki-laki dan 31 orang (57,41%) perempuan dengan median usia 21 tahun. Mayoritas (48,1%) subjek memiliki IMT kategori normal. Hasil uji statistik menunjukkan tidak terdapat perbedaan usia, tetapi terdapat perbedaan jenis kelamin dan usia antara kelompok prehipertensi dan normotensi.

Tabel 1.
Perbandingan karakteristik demografi subjek penelitian

No	Karakteristik	Prehipertensi	Normotensi	p-value
1	Usia (Median (min-maks))	21 (19 - 23)	21 (18 - 23)	0,444 ^a
2	Jenis Kelamin n (%)			
	Laki-laki	17 (63%)	6(22,2%)	0,006 ^b
	Perempuan	10 (37%)	21 (77,8%)	
3	IMT n (%)			
	Underweight	2 (66,7%)	1 (33,3%)	0,002 ^c
	Normal	23 (63,9%)	13 (36,1%)	
	Overweight	11 (91,7%)	1 (8,3%)	
	Obese 1	10 (71,4%)	4 (28,6%)	
	Obese 2	3 (75%)	1 (25%)	

^aUji Mann-Whitney, ^bUji Chi-square, ^cUji Fisher's exact

Penelitian ini juga menganalisis hasil pemeriksaan darah lengkap. Hasil pemeriksaan lab darah pada kedua kelompok menunjukkan nilainya masih dalam batas normal (Tabel 2).

Tabel 2.
Perbandingan karakteristik hematologi subjek penelitian

No	Karakteristik	Satuan	Prehipertensi	Normotensi
1	Hemoglobin	g/dL	14,31±1,25	14,37±1,79
2	Hematokrit	%	42,16±3,49	42,07±4,36
3	Eritrosit	10 ⁶ /μL	5,01±0,50	5,28±0,61
4	MCV	fL	84,40 (70 - 90)	80,50 (55 - 91)
5	MCH	Pg	28,90 (23 - 33)	27,70 (18 - 31)
6	MCHC	g/dl	34,38±0,54	34,10±1,03
7	Leukosit	10 ³ /μL	7,30 (4 - 7)	7,93 (6 - 14)
8	Platelet	10 ³ /μL	306 (223 - 692)	347 (248 - 450)
9	Basofil	%	0 (0 - 1)	0 (0 - 1)
10	Eosinofil	%	2 (0 - 3)	3 (1 - 6)
11	Neutrofil	%	60,19±8,68	60,44±6,30
12	Limfosit	%	31,26±8,07	29,63±5,49
13	Monosit	%	6,70±1,25	6,78±1,69

Hasil pemeriksaan penanda inflamasi NLR didapatkan sebagian besar (55,6%) subjek mempunyai NLR tinggi dan 74,1% subjek mempunyai PLR yang tergolong risiko rendah. Hasil pengukuran elastisitas vaskular didapatkan 46,3% subjek suboptimal, 48,1% normal dan 5,6% optimal.

Tabel 3.
Perbandingan penanda inflamasi NLR antar kelompok tekanan darah

NLR	Tekanan Darah				Total		OR (95% CI)	p-value
	Prehipertensi		Normotensi					
	n	%	n	%	n	%		
Tinggi	24	79,3	6	20,7	30	100	7,000 (2,364-20,732)	0,000
Normal	3	12,5	21	87,5	24	100		

Hasil uji Chi-square didapatkan nilai p = 0,000, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan penanda inflamasi NLR yang signifikan antara kelompok prehipertensi dan normotensi. Subjek dengan NLR tinggi berisiko 7 kali untuk mengalami prehipertensi dibandingkan dengan subjek dengan NLR normal (Tabel 3).

Tabel 4.

Perbandingan penanda inflamasi PLR antar kelompok tekanan darah

PLR	Tekanan Darah				Total		p-value
	Prehipertensi		Normotensi		n	%	
	n	%	n	%			
Risiko Tinggi	6	42,9	8	57,1	14	100	0,535
Risiko Rendah	21	52,5	19	47,5	40	100	

Hasil uji Chi-square didapatkan nilai $p = 0,535$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan penanda inflamasi PLR yang signifikan antara kelompok prehipertensi dan normotensi (Tabel 4).

Tabel 5.

Perbandingan penanda inflamasi PLR antar kelompok tekanan darah

Elastisitas Vaskular	Tekanan Darah				Total		OR (95% CI)	p-value
	Prehipertensi		Normotensi		n	%		
	n	%	n	%				
Suboptimal	23	79,3	6	20,7	29	100	5,250 (2,078 – 13,232)	0,000
Normal dan Optimal	4	16	21	84	25	100		

Hasil uji Chi-square didapatkan nilai $p = 0,000$, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan elastisitas vaskular yang signifikan antara kelompok prehipertensi dan normotensi. Subjek dengan elastisitas vaskular suboptimal berisiko 5 kali untuk mengalami prehipertensi dibandingkan dengan subjek dengan elastisitas vaskular normal+optimal.

4. Pembahasan

Hubungan antara usia dan kondisi prehipertensi sangat erat karena tekanan darah cenderung meningkat sejalan dengan bertambahnya usia.¹¹ Peningkatan usia berkontribusi pada perubahan fisiologis, seperti penurunan elastisitas vaskular dan disfungsi endotel, yang dapat menyebabkan meningkatnya tekanan darah.¹² Prehipertensi merupakan tahap awal sebelum hipertensi, dengan risiko lebih tinggi untuk berkembang menjadi hipertensi atau menyebabkan penyakit kardiovaskular.

Hasil penelitian menunjukkan prevalensi prehipertensi lebih tinggi pada usia dewasa muda. Sebagai contoh pada penelitian tahun 2020 di wilayah Mlati, Sleman, Yogyakarta, didapatkan prevalensi prehipertensi mencapai 53,2% pada individu berusia 30–59 tahun.¹³ Penelitian lain juga menunjukkan bahwa risiko prehipertensi meningkat sejalan dengan usia, dan kemungkinan berkembang menjadi hipertensi lebih tinggi pada kelompok usia lanjut.¹⁴ Hasil uji Mann-Whitney menunjukkan tidak ada perbedaan usia antara kelompok prehipertensi dan normotensi ($p = 0,444$) (Tabel 1). Dapat disimpulkan bahwa karakteristik usia pada kedua kelompok tersebut homogen, sehingga usia bukan merupakan faktor perancu terhadap perbedaan elastisitas vaskular antar kelompok penelitian ini.

Kejadian prehipertensi lebih banyak terjadi pada laki laki dibandingkan perempuan pada usia muda karena pengaruh hormonal. Efek protektif estrogen pada perempuan sebelum menopause membantu menjaga elastisitas pembuluh darah dan mengurangi risiko peningkatan tekanan darah. Pada perempuan pasca-menopause, risiko prehipertensi dan hipertensi meningkat karena penurunan kadar estrogen, sehingga perbedaan risiko antara jenis kelamin cenderung menyempit pada usia lanjut.¹⁵ Selain itu, perbedaan gaya hidup, seperti konsumsi garam, aktivitas fisik, dan kebiasaan merokok, juga berkontribusi terhadap risiko prehipertensi antara laki-laki dan perempuan.¹¹ Hasil uji Chi-square menunjukkan ada perbedaan jenis kelamin antara kelompok prehipertensi dan normotensi ($p = 0,006$) (Tabel 1). Dapat disimpulkan bahwa jenis kelamin memengaruhi perbedaan tekanan darah pada penelitian ini.

Indeks Massa Tubuh (IMT) memiliki hubungan yang bermakna dengan kejadian prehipertensi. Individu dengan IMT tinggi, baik *overweight* maupun obesitas, cenderung memiliki tekanan darah sistolik dan diastolik yang lebih tinggi dibandingkan individu dengan IMT normal.¹⁶

Penumpukan lemak tubuh berlebih terutama pada kondisi obesitas dapat menyebabkan penyumbatan vaskular. Hal ini dapat menyebabkan meningkatnya kerja jantung dalam memompa darah dan mengakibatkan peningkatan tekanan darah.¹⁷ Setiap peningkatan IMT sebanding dengan peningkatan risiko prehipertensi dan hipertensi. Peningkatan IMT sebesar 5 kg/m² dikaitkan dengan risiko hipertensi yang lebih tinggi hingga 1,79 kali lipat. Sebaliknya penurunan berat badan juga dapat menurunkan tekanan darah. Hal ini menunjukkan hubungan yang kuat antara IMT dan tekanan darah.¹⁶ Hasil uji Uji Fisher's exact menunjukkan ada perbedaan IMT antara kelompok tekanan darah ($p = 0,002$) (Tabel 1). Dapat disimpulkan bahwa IMT memengaruhi perbedaan tekanan darah pada penelitian ini.

Hasil pemeriksaan lab darah pada kedua kelompok menunjukkan nilainya masih dalam batas normal. Hal ini menunjukkan bahwa subjek pada penelitian ini tidak memiliki riwayat penyakit seperti kanker dan autoimun yang merupakan kriteria eksklusi penelitian ini.

Sebanyak 44,4% subjek penelitian ini memiliki NLR kategori normal. Hasil penelitian pada 106 mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Bharath didapatkan sebanyak 62,3% subjek memiliki NLR kategori normal. Peningkatan NLR pada usia muda menunjukkan adanya inflamasi sistemik ringan¹⁸.

Pada penelitian ini didapatkan mayoritas subjek memiliki PLR risiko rendah. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan pada 243 subjek di Rumah Sakit Serenje dengan rentang usia 24 – 42 tahun didapatkan persentase subjek yang memiliki risiko rendah sebanyak 52,3%.¹⁹ Peningkatan PLR menjadi indikator inflamasi karena peningkatan jumlah trombosit yang relatif lebih banyak dibandingkan limfosit berhubungan dengan respons inflamasi dan stres vaskular.²⁰

Mayoritas subjek penelitian memiliki elastisitas vaskular normal. Hasil serupa didapatkan pada mahasiswa kedokteran UPN Veteran Jakarta yang menunjukkan elastisitas vaskular 6,25%, subjek optimal, 58,3% normal, dan 35,45% suboptimal. Elastisitas vaskular dapat mengalami penurunan apabila terdapat perubahan pada matriks ekstraseluler akibat peningkatan deposisi kolagen dan terjadinya disfungsi endotel akibat penurunan produksi NO, stres oksidatif, dan inflamasi.²¹ Pada penelitian ini didapatkan pula sebanyak 46,3% subjek dengan elastisitas vaskular suboptimal. Hal ini perlu menjadi perhatian pada subjek yang tergolong dewasa muda karena meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular.

Analisis untuk membandingkan penanda inflamasi NLR antara kedua kelompok dilakukan pada penelitian ini dan didapatkan perbedaan signifikan. Pada kelompok prehipertensi menunjukkan nilai NLR tujuh kali lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok normotensi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Departemen Fisiologi Universitas Bharath pada mahasiswa kedokteran yang menemukan hubungan yang signifikan antara NLR dan tekanan darah ($p < 0,01$). Penelitian tersebut juga menggunakan subjek berusia 18-25 tahun dengan tekanan darah di bawah 140/90 mmHg dan tanpa riwayat penggunaan obat. Pada penelitian tersebut digunakan sampel darah lengkap yang dianalisis menggunakan *hematology analyzer* untuk menentukan nilai NLR.²² Peningkatan NLR pada orang dengan prehipertensi mencerminkan adanya inflamasi kronis subklinis yang berkontribusi terhadap perkembangan kondisi ini. Tekanan darah yang sedikit meningkat memicu kerusakan endotel vaskular, yang kemudian mengaktifkan respons inflamasi. Aktivasi ini melibatkan peningkatan jumlah neutrofil, yang berperan dalam sistem imun bawaan untuk mengatasi stres dan kerusakan vaskular. Di sisi lain, jumlah limfosit yang berperan dalam sistem imun adaptif cenderung menurun akibat stres kronis dan inflamasi sistemik. Proses ini diperkuat oleh pelepasan sitokin proinflamasi seperti IL-6 dan TNF- α , yang meningkatkan rekrutmen neutrofil dan mempercepat kerusakan vaskular. Selain itu, stres oksidatif yang sering menyertai prehipertensi juga memperburuk kerusakan jaringan dan *remodelling* vaskular, sehingga semakin mengaktifkan neutrofil. Kondisi ini menciptakan ketidakseimbangan antara neutrofil dan limfosit, yang tercermin dalam rasio NLR yang meningkat. Peningkatan NLR pada individu prehipertensi menjadi indikator inflamasi sistemik dan risiko progresi ke hipertensi serta komplikasi kardiovaskular lainnya.²⁰

Pada penelitian ini didapatkan tidak ada perbedaan penanda inflamasi PLR antara kelompok prehipertensi dan normotensi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Serenje District Hospital pada subjek berusia 23-52 tahun yang menemukan bahwa PLR tidak berhubungan dengan tekanan darah ($p > 0,05$). Penelitian tersebut menggunakan *automated*

blood pressure machine untuk mengukur tekanan darah dan menggunakan sampel darah lengkap yang dianalisis menggunakan *hematology analyzer* untuk mendapatkan nilai PLR.¹⁹ *Platelet to Lymphocyte Ratio* tidak selalu meningkat pada individu dengan prehipertensi karena mekanisme inflamasi dan respons imun yang terlibat dalam prehipertensi lebih dominan memengaruhi neutrofil dibandingkan platelet. Meskipun prehipertensi sering dikaitkan dengan inflamasi tingkat rendah, peningkatan aktivitas platelet yang signifikan biasanya lebih berkaitan dengan kondisi inflamasi berat, stres oksidatif tinggi, atau penyakit kardiovaskular yang lebih lanjut, seperti hipertensi penuh atau aterosklerosis. Pada tahap prehipertensi, kerusakan endotel dan inflamasi sistemik yang terjadi belum memicu aktivasi dan agregasi platelet secara masif. Selain itu, limfosit, yang menurun pada kondisi inflamasi kronis, tetap berada dalam rentang normal atau sedikit menurun pada sebagian besar individu dengan prehipertensi, yang mengurangi kemungkinan PLR meningkat secara signifikan.²³

Hasil uji *Chi-square* menunjukkan terdapat perbedaan elastisitas vaskular antara kelompok prehipertensi dan normotensi. Kelompok elastisitas vaskular suboptimal 5,2 kali lebih berisiko untuk mengalami prehipertensi dibandingkan dengan kategori normal+optimal. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian oleh *American Heart Association* yang menemukan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara elastisitas vaskular dengan tekanan darah ($p < 0,01$). Pada penelitian tersebut alat yang digunakan untuk mengukur elastisitas vaskular adalah *pulse wave velocity* (PWV), sedangkan tekanan darah diukur menggunakan teknik *24h ambulatory blood pressure* dengan sfigmomanometer. Penelitian tersebut menggunakan subjek dengan rentang usia 10 - 89 tahun. Pada rentang usia kurang dari 30 tahun menunjukkan perbedaan signifikan nilai PWV antara subjek tekanan darah normal dan prehipertensi.²⁴ Penelitian lain juga menunjukkan kelompok prehipertensi memiliki elastisitas vaskular yang lebih rendah dibandingkan kelompok tekanan darah normal.²² Peningkatan tekanan darah memberikan stres mekanis tambahan pada dinding vaskular, merusak endotelium dan memicu *remodelling* arteri. Peningkatan tekanan darah kronis memicu peningkatan produksi kolagen dan mempercepat degradasi elastin dalam dinding arteri. Akumulasi kolagen dan hilangnya elastin menyebabkan kekakuan arteri, yang mengurangi kemampuan vaskular untuk meregang, meningkatkan tekanan darah sistolik, dan memperburuk hipertensi. Aktivitas *matriks metaloproteinase* (MMP) yang berlebihan juga mempercepat degradasi protein matriks ekstraseluler, mengganggu keseimbangan kolagen dan elastin, sehingga memperparah *remodelling* dan kekakuan vaskular.¹² Penurunan elastisitas vaskular merupakan faktor penting dalam perkembangan dan progresi prehipertensi menjadi hipertensi. Penilaian elastisitas arteri memberikan informasi prognostik yang berharga terhadap risiko kardiovaskular selain pengukuran tekanan darah.²⁵

Penelitian ini telah dilakukan sesuai dengan protokol penelitian, tetapi terdapat keterbatasan karena belum mengontrol faktor gaya hidup misalnya pola makan, tingkat aktivitas fisik, atau stres yang dapat memengaruhi elastisitas vaskular dan penanda inflamasi. Selain itu, penelitian ini menggunakan desain *case-control* yang memiliki keterbatasan dalam menentukan hubungan kausal antara elastisitas vaskular, penanda inflamasi, dan prehipertensi.

5. Simpulan

Terdapat perbedaan NLR yang signifikan antara mahasiswa prehipertensi dan normotensi, tetapi tidak terdapat perbedaan PLR yang signifikan antara kedua kelompok. Didapatkan pula perbedaan elastisitas vaskular antara kedua kelompok. Oleh karena itu, disarankan kepada subjek prehipertensi untuk melakukan gaya hidup sehat dan melakukan pemeriksaan kesehatan secara berkala untuk menghindari risiko penyakit kardiovaskular.

Mengingat keterbatasan penelitian ini, disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan desain longitudinal disertai upaya mengontrol faktor perancu penelitian lainnya, yaitu pola makan, tingkat aktivitas fisik, dan stres agar dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai hubungan antara elastisitas vaskular, penanda inflamasi, dan prehipertensi.

6. Daftar Pustaka

1. Mills KT, Stefanescu A, He J. The global epidemiology of hypertension. *Nat Rev Nephrol*

- [Internet]. 2020;16(4):223-37. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41581-019-0244-2>
2. Kemenkes. Survei kesehatan dasar tahun 2023. Lembaga Penerbit Balitbangkes [Internet]. 2023;1-68. [cited 2024 Dec 1?]. Available from: <https://www.badankebijakan.kemkes.go.id/hasil-ski-2023/>
 3. Mitra S, Das RR, Singnarpi E, Debbarma B. Study of prehypertension among the young medical students: a cross-sectional study in Tripura. IOSR-JDMS [Internet]. 2024;23(1):33-6. Available from: <https://doi.org/10.9790/0853-2301043336>
 4. Hardiman RM, Siregar FM. Prevalensi dan faktor risiko prehipertensi dan hipertensi pada mahasiswa tingkat akhir Fakultas Kedokteran Universitas Riau. J Kedokt Syiah Kuala [Internet]. 2022;22(1):16-24. Available from: <https://doi.org/10.24815/jks.v22i1.21257>
 5. Kanashiro A, Hiroki CH, Birbrair A, Ferreira RG, Bassi GS, Fonseca MD, et al. The role of neutrophils in neuro-immune modulation. Pharmacol Res [Internet]. 2020;151(January). Available from: <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2019.104580>
 6. Jhuang YH, Kao TW, Peng TC, Chen WL, Li YW, Chang PK, et al. Neutrophil to lymphocyte ratio as predictor for incident hypertension: a 9-year cohort study in Taiwan. Hypertens Res [Internet]. 2019;42(8):1209-14. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41440-019-0245-3>
 7. Lee JS, Kim NY, Na SH, Youn YH, Shin CS. Reference values of neutrophil-lymphocyte ratio, lymphocyte-monocyte ratio, platelet-lymphocyte ratio, and mean platelet volume in healthy adults in South Korea. Medicine (United States). Medicine [Internet]. 2018;97(26):1-5. Available from: <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000011138>
 8. Statsenko ME, Derevyanchenko M V. The role of systemic inflammation in decrease of elasticity of magistral arteries and in progression of endothelial dysfunction in patients with systemic hypertension, obesity and type 2 diabetes. Russ J Cardiol [Internet]. 2018;2018(4):32-6. Available from: <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2018-4-32-36>
 9. Sarejloo S, Dehesh M, Fathi M, Khanzadeh M, Wold BL. Meta - analysis of differences in neutrophil to lymphocyte ratio between hypertensive and non - hypertensive individuals. BMC Cardiovasc Disord [Internet]. 2023;1-16. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12872-023-03304-w>
 10. Wang Y, Wang R, Bai L, Liu Y, Liu L, He L, et al. The leukocyte subtype counts and ratios can effectively predict the risk of arterial stiffness assessed by cardio-ankle vascular index: a retrospective study. Front. Cardiovasc. Med [Internet]. 2021;8(May). Available from: <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.671885>
 11. Zahra N, Siregar FM. Prevalensi prehipertensi dan hipertensi pada mahasiswa profesi dokter Fakultas Kedokteran Universitas Riau tahun 2020. J Kedokt dan Kesehat [Internet]. 2023;19(1):50. Available from: <http://dx.doi.org/10.24853/jkk.19.1.50-64>
 12. Kim HL. Arterial stiffness and hypertension. Clin Hypertens [Internet]. 2023;29(1):1-9. Available from: <https://doi.org/10.1186/s40885-023-00258-1>
 13. Alatas H. Studi epidemiologi perkembangan prehipertensi menjadi normotensi, tetap prehipertensi, hipertensi stage I dan stage II setelah 10 tahun. Herb-Medicine J [Internet]. 2020;3:1-6. Available from: <https://doi.org/2620-567X>
 14. Yu ES, Hong K, Chun BC. Incidence and risk factors for progression from prehypertension to hypertension: a 12-year Korean cohort study. J Hypertens. 2020;38(9):1755-62. Available from: <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000002494>
 15. Pradono J, Kusumawardani N, Rachmalina R. Hipertensi: pembunuh terselubung di Indonesia. [Internet]. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI. 2020. 1-88 p. [cited 2024 Dec 1?]. Available from: <https://repository.kemkes.go.id/book/10>
 16. Mulyasari I, Afiatna P, Maryanto S, Aryani AN. Body mass index as hypertension predictor: comparison between World Health Organization and Asia-Pacific Standard. Amerta Nutr [Internet]. 2023;7(2SP):247-51. Available from: <https://doi.org/10.20473/amnt.v7i2SP.2023.247-251>

17. Van MH, Le H, Thu T, Tu NT, Hoang Y, Bach T, et al. Original article the relationship between body mass index and blood pressure in Vietnam. *Iranian Heart Journal*[Internet] 2019;6–15. Available from: https://doi.org/10.4103/cjhr.cjhr_114_18
18. Sileshi B, Urgessa F, Wordofa M. A comparative study of hematological parameters between hypertensive and normotensive individuals in Harar, Eastern Ethiopia. *PLoS One* [Internet]. 2021;16(12 December):1–13. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0260751>
19. Mwape L, Hamooya BM, Luwaya EL, Muzata D, Bwalya K, Siakabanze C, et al. Association between complete blood-count-based inflammatory scores and hypertension in persons living with and without HIV in Zambia. *PLoS One* [Internet]. 2024;19(11 November 2024). Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0313484>
20. Zinellu A, Mangoni AA. The association between the neutrophil-to-lymphocyte ratio, platelet-to-lymphocyte ratio, and monocyte-to-lymphocyte ratio and systemic sclerosis and its complications: a systematic review and meta-analysis. *Front Immunol* [Internet]. 2024;15(May):1–10. Available from: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1395993>
21. Maruhashi T, Kajikawa M, Kishimoto S, Takaeko Y, Yamaji T, Harada T, et al. Volume elastic modulus, vascular function, and vascular structure in patients with cardiovascular risk factors. *J Atheroscler Thromb* [Internet]. 2021;28(9):963–73. Available from: <http://doi.org/10.5551/jat.59261>
22. Deepika V, Vijaya KR. Evaluation of neutrophil-lymphocyte ratio and arterial stiffness indices among young prehypertensives: a cross-sectional study. *Asian J Pharm Clin Res* [Internet]. 2018;11(1):154–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.22159/ajpcr.2018.v11i1.22150>
23. Kurtul A, Ornek E. Platelet to lymphocyte ratio in cardiovascular diseases: a systematic review. *Angiology* [Internet]. 2019;70(9):802–18. Available from: <http://doi.org/10.1177/0003319719845186>
24. Safar ME, Asmar R, Benetos A, Blacher J, Boutouyrie P, Lacolley P, et al. Interaction between hypertension and arterial stiffness an expert reappraisal. *Hypertension* [Internet]. 2018;72(4):796–805. Available from: <http://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.118.11212>
25. Solanki JD, Vohra AS, Hirani CN, Bhatt DN. Arterial stiffness is associated with prehypertension in both non-hypertensives and treated hypertensives – a matched case control study. *Indian Heart J* [Internet]. 2024;76(3):224–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ihj.2024.06.007>