

The Relationship of Mean Arterial Pressure Variability to Hematuria and Microalbuminuria in Hypertensive Patients at Abdul Moeloek Regional Hospital, Lampung

Ade Yonata¹, Nurul Islamy¹, Khairunnisa Berawi², Efriyan Imantika¹

¹Faculty of Medicine, Universitas Lampung - Dr. Abdul Moeloek Hospital, Bandar Lampung, Lampung Province, Indonesia

²Faculty of Medicine, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Lampung Province, Indonesia

Abstract

Hypertension is a major risk factor for progressive cardiovascular and chronic kidney disease. Kidney complications from hypertension are characterized not only by a decrease in the glomerular filtration rate but also by the appearance of early kidney damage markers such as hematuria and microalbuminuria. One important factor influencing kidney damage in hypertensive patients is blood pressure variability, particularly Mean Arterial Pressure (MAP), which reflects the perfusion pressure of vital organs, including the kidneys. This was an observational analysis study with a cross-sectional approach using secondary data in the form of a review of medical records collected from January to December 2024 at Abdul Moeloek Regional Hospital. Sampling was conducted using a purposive sampling technique, with 35 participants meeting the inclusion and exclusion criteria. Data were analyzed using the Chi-square test and bivariate analysis. The results of this study indicate a relationship mean arterial pressure variability to hematuria ($p=0.004$) and microalbuminuria ($p=0.003$) in hypertensive patients at Abdul Moeloek Regional Hospital. Abdul Moeloek, Lampung

Keywords: Mean Arterial Pressure (MAP), hypertension, hematuria, microalbuminuria

Corresponding Author: Ade Yonata ; Faculty of Medicine, Universitas Lampung - Dr. Abdul Moeloek Hospital, Bandar Lampung, Lampung Province, Indonesia email: adeyumi@gmail.com

Latar Belakang

Hipertensi merupakan salah satu faktor risiko utama penyakit kardiovaskular dan ginjal kronik yang bersifat progresif. Menurut *World Health Organization* (WHO), terdapat sekitar 26,4% dari seluruh populasi di dunia, atau sekitar 972 juta jiwa menderita hipertensi. Hal ini diprediksi akan semakin bertambah hingga mencapai angka 29,2% di tahun 2025. Di antara 972 juta penderita hipertensi tersebut, sebanyak 333 juta penderita tinggal di negara maju, 639 juta lainnya berada di negara berkembang, termasuk Indonesia. Prevalensi hipertensi menurut RISKESDAS pada penderita hipertensi di Indonesia, penduduk usia >17 tahun tercatat sebanyak 658.201 kasus (Zainuddin & Labdullah, 2020).

Komplikasi ginjal dari hipertensi tidak hanya ditandai oleh penurunan laju filtrasi glomerulus, tetapi juga oleh

munculnya marker kerusakan ginjal dini seperti hematuria dan mikroalbuminuria. Salah satu faktor penting yang mempengaruhi kerusakan ginjal pada pasien hipertensi adalah variabilitas tekanan darah, khususnya Mean Arterial Pressure (MAP), yang mencerminkan tekanan perfusi organ vital, termasuk ginjal (Whelton et al., 2018).

Mean Arterial Pressure (MAP), yaitu tekanan darah rata-rata selama satu siklus jantung. MAP mencerminkan tekanan perfusi efektif yang dialami organ vital, dan fluktuasinya dapat mencerminkan beban hemodinamik terhadap jaringan. Variabilitas MAP, atau perubahan tekanan ini dari waktu ke waktu, merupakan faktor risiko penting terhadap kerusakan organ target (Parati et al., 2013). Variabilitas tekanan darah, termasuk MAP, dapat menyebabkan stres mekanik dan biologis yang kronik pada dinding

pembuluh darah dan struktur glomerulus ginjal. Ketidakteraturan tekanan darah ini menginduksi aktivasi sistem renin-angiotensin, stres oksidatif, serta disfungsi endotel, yang berkontribusi terhadap kerusakan mikrovaskular ginjal, terjadi peningkatan permeabilitas glomerulus terhadap protein dan sel darah merah (Bakris and Ritz, 2009).

Hematuria secara mikroskopik maupun makroskopik, dapat mengindikasikan adanya kerusakan pada struktur glomerulus, terutama hematuria mikroskopik. Peningkatan tekanan intraglomerular akibat fluktuasi MAP menyebabkan kerusakan pada sel endotel dan membran basal glomerulus. Hal ini memungkinkan eritrosit untuk keluar ke dalam urin, yang dapat dideteksi sebagai hematuria (Ruggenenti, Schieppati and Remuzzi, 2001).

Selain hematuria, mikroalbuminuria juga merupakan indikator awal disfungsi ginjal pada pasien hipertensi. Mikroalbuminuria mencerminkan peningkatan permeabilitas glomerulus terhadap albumin, yang menandakan adanya kerusakan endotel dan tekanan intraglomerular yang abnormal. Variabilitas MAP diketahui berkorelasi dengan peningkatan ekskresi albumin dalam urin, meskipun tekanan darah rata-rata mungkin masih dalam batas normal (Iimuro et al., 2007).

Mikroalbuminuria, yakni ekskresi albumin urin antara 30–300 mg/hari, merupakan biomarker sensitif untuk deteksi awal kerusakan ginjal dan prediktor penyakit ginjal kronik (PGK) pada pasien hipertensi. Variabilitas MAP telah dikaitkan dengan peningkatan insidensi mikroalbuminuria, bahkan pada pasien dengan kontrol tekanan darah rata-rata yang baik. Mekanisme yang diusulkan termasuk peningkatan shear stress dan disfungsi endotel yang mempercepat proses

glomerulosklerosis. Ambulatory Blood Pressure Monitoring (ABPM) selama 24 jam merupakan metode standar untuk menilai variabilitas tekanan darah secara lebih akurat dibandingkan pengukuran di klinik. Melalui ABPM, variabilitas MAP dapat diidentifikasi dan dianalisis hubungannya terhadap indikator kerusakan ginjal seperti hematuria dan mikroalbuminuria. Studi menunjukkan bahwa pasien dengan variabilitas MAP tinggi lebih cenderung mengalami penurunan fungsi ginjal secara progresif (Hansen et al., 2011).

Intervensi terapeutik yang hanya berfokus pada penurunan tekanan darah rata-rata belum tentu efektif dalam mencegah komplikasi jangka panjang bila tidak disertai dengan pengendalian variabilitas tekanan darah. Oleh karena itu, pengelolaan hipertensi seharusnya mencakup upaya untuk menstabilkan tekanan darah, termasuk MAP, guna melindungi ginjal dari kerusakan akibat tekanan yang berfluktuasi (Muntner et al., 2011).

Dengan melihat bukti-bukti tersebut, penting untuk meneliti hubungan antara variabilitas MAP terhadap munculnya hematuria dan mikroalbuminuria pada pasien hipertensi. Penelitian ini dapat membantu meningkatkan pendekatan klinis dalam mendeteksi kerusakan ginjal lebih dini serta menyesuaikan strategi pengobatan hipertensi secara lebih individual untuk mencegah progresi penyakit ginjal kronik.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara variabilitas Mean Arterial Pressure (MAP) dengan kejadian hematuria dan mikroalbuminuria pada pasien hipertensi. Secara khusus, penelitian ini ditujukan untuk menilai hubungan variabilitas MAP terhadap hematuria sebagai indikator awal kerusakan glomerulus pada pasien hipertensi serta menganalisis hubungan antara variabilitas MAP dan derajat

mikroalbuminuria sebagai representasi dari gangguan permeabilitas glomerulus.

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah penelitian analitik observasional dengan pendekatan *cross sectional* untuk menilai hubungan variabilitas *mean arterial pressure* terhadap hematuria dan mikroalbuminuria pada pasien hipertensi. Penelitian dilakukan di Ruang Ilmu Penyakit Dalam RSUD. Abdul Moeloek, Bandar Lampung dari bulan Juni - Oktober 2025. Sampel penelitian adalah seluruh pasien dengan hipertensi yang mempunyai faktor risiko terjadinya hematuria dan mikroalbuminuria. Pemilihan sampel diambil dengan teknik *consecutive sampling*

Hasil

Penelitian ini menganalisis hubungan antara variabilitas Mean Arterial Pressure (MAP) dengan kejadian hematuria dan mikroalbuminuria pada pasien hipertensi. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah penelitian analitik observasional dengan pendekatan *cross sectional*, temuan ini didasarkan pada analisis data yang dikumpulkan dari data sekunder 30 pasien periode rawat inap di Ruang Ilmu Penyakit Dalam RSUD. Abdul Moeloek,

Bandar Lampung dari Januari-Desember 2024.

Karakteristik Subjek Penelitian

Hasil penelitian berupa gambaran umum tentang karakteristik subjek penelitian dan klinis dari sampel dijelaskan pada Tabel 1. Data menunjukkan bahwa 43,3% pasien berusia sama dan di bawah 45 tahun, sementara 56,7% berusia di atas 45 tahun. Distribusi jenis kelamin relatif seimbang, antara subyek 53,3% laki-laki dan 46,7% perempuan. Kategori nilai MAP didapatkan MAP sedang yaitu kurang dan sama dengan dari 130 mmHg terdapat 20 pasien (66,7%) dan MAP tinggi 10 pasien (33,3%). Terdapat 43,3% pasien dengan hematuria positif dan 56,7% hematuria negatif. Mikroalbuminuria positif yaitu 60% pasien dan 40% mikroalbuminuria negatif.

Distribusi usia menunjukkan prevalensi hipertensi yang sedikit lebih tinggi pada pasien dengan usia >45 tahun yang mungkin mencerminkan tren peningkatan onset hipertensi pada populasi yang lebih tua akibat faktor gaya hidup. Distribusi jenis kelamin yang seimbang memastikan bahwa temuan penelitian ini berlaku untuk kedua jenis kelamin. Keberadaan hematuria dan mikroalbuminuria pada hampir separuh pasien menyoroti tingginya prevalensi faktor risiko adanya kerusakan pada sistem kardiovaskular dan fungsi renal.

Tabel 1. Karakteristik Subjek Penelitian

Karakteristik	Frekuensi	Persentase (%)
Umur		
≤45	13	43,3
>45	17	56,7
Sex		
Laki-laki	16	53.3
Wanita	14	46.7
MAP		
Sedang (≤130)	20	66,7
Tinggi (>130)	10	33,3
Hematuria		
Positif	13	43,3
Negatif	17	56,7
Mikroalbuminuria		
Positif	18	60

Analisis Bivariat

Analisis bivariat bertujuan untuk mengetahui hubungan antar dua variabel. Perhitungan menggunakan *software* SPSS dengan Uji *Chi square* menggunakan tabel 2x2, dengan tingkat kepercayaan 95% dan nilai korelasi ($\alpha=0,05$). Jika $p \leq 0,05$ maka hubungan antar variabel bermakna (signifikan), sedangkan jika $p > 0,05$ maka hubungan antar variabel tidak bermakna.

Mikroalbuminuria pada Pasien Hipertensi

Tabel 2 mengeksplorasi hubungan antara MAP dengan hematuria dan mikroalbuminuria pada pasien hipertensi. Analisis statistik menghasilkan nilai p sebesar 0,004, yang menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara MAP dengan hematuria pada pasien hipertensi dan adanya hubungan antara MAP dengan mikroalbuminuria pada pasien hipertensi ($p=0,003$)

Hubungan MAP dengan Hematuria dan

Tabel 2. Hubungan MAP dengan Hematuria dan Mikroalbuminuria pada Pasien Hipertensi

Variabel	MAP		Total	P Value
	Sedang (≤130)	Tinggi (>130)		
Hematuria				
Positif	3(10%)	10 (33,4%)	13 (33,4%)	0.004
Negatif	17 (56,6%)	0 (0%)	17 (56,6%)	
Mikroalbuminuria				
Positif	8(26,6%)	10(33,4%)	18 (60%)	0.003
Negatif	12 (40%)	0(02%)	12 (40%)	

Pembahasan

Hipertensi merupakan faktor risiko utama terjadinya penyakit ginjal kronik (PGK), dan deteksi dini kerusakan ginjal sangat krusial dalam upaya pencegahan progresi penyakit. Dalam praktik klinis, pemantauan tekanan darah masih sering difokuskan pada nilai rata-rata tekanan darah tanpa mempertimbangkan variabilitas tekanan darah, termasuk variabilitas MAP, yang memiliki implikasi penting terhadap perfusi dan kerusakan mikrovaskular organ target.

Peningkatan usia merupakan salah satu faktor yang sangat berhubungan dengan meningkatnya prevalensi hipertensi. Risiko terjadinya hipertensi cenderung meningkat secara signifikan setelah individu memasuki usia 50 tahun. Hal ini berkaitan dengan perubahan fisiologis yang terjadi seiring bertambahnya usia, khususnya penurunan elastisitas dinding pembuluh darah dan peningkatan resistensi vaskular perifer. Akibat dari perubahan struktural dan fungsional ini, tekanan darah sistolik cenderung meningkat karena arteri menjadi lebih kaku dan

kurang mampu merespon fluktuasi aliran darah. Sebaliknya, tekanan darah diastolik sering kali menunjukkan penurunan pada usia lanjut, yang mencerminkan hilangnya kemampuan vaskular untuk mempertahankan tekanan selama fase diastol. Kombinasi perubahan ini sering kali mengarah pada bentuk hipertensi yang dikenal dengan hipertensi sistolik terisolasi, yang umum dijumpai pada populasi usia lanjut (Whelton et al., 2018).

Mean Arterial Pressure (MAP), yaitu tekanan darah rata-rata selama satu siklus jantung. MAP mencerminkan tekanan perfusi efektif yang dialami organ vital, dan fluktuasinya dapat mencerminkan beban hemodinamik terhadap jaringan. Variabilitas MAP, atau perubahan tekanan ini dari waktu ke waktu, merupakan faktor risiko penting terhadap kerusakan organ target (Parati et al., 2013). Variabilitas tekanan darah, termasuk MAP, dapat menyebabkan stres mekanik dan biologis yang kronik pada dinding pembuluh darah dan struktur glomerulus ginjal. Ketidakteraturan tekanan darah ini menginduksi aktivasi sistem renin-angiotensin, stres oksidatif, serta disfungsi endotel, yang berkontribusi terhadap kerusakan mikrovaskular ginjal, terjadi peningkatan permeabilitas glomerulus terhadap protein dan sel darah merah (Bakris and Ritz, 2009).

Studi menunjukkan bahwa variabilitas tekanan darah yang tinggi, termasuk variabilitas MAP, berhubungan signifikan dengan peningkatan kejadian stroke, infark miokard, hipertrofi ventrikel kiri, serta progresi penyakit ginjal kronik. Oleh karena itu, tidak hanya tekanan darah absolut yang perlu dikontrol, tetapi juga kestabilannya dalam jangka pendek maupun panjang (Stevens et al., 2016).

Penelitian oleh Hansen et al. (2010), variabilitas tekanan darah sistolik, diastolik, dan MAP yang diukur

dengan ABPM menunjukkan hubungan kuat dengan peningkatan risiko kerusakan organ target. Variabilitas yang tinggi mencerminkan kontrol tekanan darah yang buruk dan meningkatnya beban kerja kardiovaskular yang dapat mempercepat kerusakan struktural maupun fungsional organ. Pengelolaan tekanan darah yang ideal pada pasien hipertensi saat ini mulai mempertimbangkan parameter variabilitas. Beberapa antihipertensi, seperti calcium channel blockers dan beta-blockers, terbukti tidak hanya menurunkan tekanan darah rata-rata, tetapi juga memperbaiki kestabilan tekanan darah, termasuk menurunkan variabilitas MAP (Webb et al., 2010).

Variabilitas MAP merupakan aspek penting dalam evaluasi dan pengelolaan hipertensi. Meningkatnya pemahaman terhadap signifikansi klinis variabilitas MAP mendorong perlunya strategi terapi yang lebih terfokus tidak hanya pada pencapaian target tekanan darah, tetapi juga pada kestabilan hemodinamik jangka panjang guna meminimalkan risiko kerusakan organ.

Hematuria adalah kondisi ditemukannya sel darah merah (eritrosit) dalam urin, baik yang dapat dilihat secara kasat mata (hematuria makroskopik) maupun yang hanya dapat dideteksi melalui pemeriksaan mikroskopik (hematuria mikroskopik). Hematuria bukan merupakan diagnosis, melainkan gejala atau tanda klinis dari suatu proses patologis di sepanjang traktus urinarius (Simerville et al., 2005). Kriteria hematuria mikroskopik umumnya ditetapkan jika terdapat ≥ 3 eritrosit per lapang pandang besar (high power field) pada dua dari tiga pemeriksaan urin berurutan (Grossfeld et al., 2001). Penyebab hematuria sangat bervariasi, mulai dari kondisi jinak seperti infeksi saluran kemih hingga gangguan serius seperti glomerulonefritis atau kanker saluran kemih.

Hematuria secara mikroskopik maupun makroskopik, dapat mengindikasikan adanya kerusakan pada struktur glomerulus, terutama hematuria mikroskopik. Peningkatan tekanan intraglomerular akibat fluktuasi MAP menyebabkan kerusakan pada sel endotel dan membran basal glomerulus. Hal ini memungkinkan eritrosit untuk keluar ke dalam urin, yang dapat dideteksi sebagai hematuria (Ruggenti, Schieppati and Remuzzi, 2001).

Selain hematuria, mikroalbuminuria juga merupakan indikator awal disfungsi ginjal pada pasien hipertensi. Mikroalbuminuria mencerminkan peningkatan permeabilitas glomerulus terhadap albumin, yang menandakan adanya kerusakan endotel dan tekanan intraglomerular yang abnormal. Variabilitas MAP diketahui berkorelasi dengan peningkatan ekskresi albumin dalam urin, meskipun tekanan darah rata-rata mungkin masih dalam batas normal (Iimuro et al., 2007). Mikroalbuminuria yakni ekskresi albumin urin antara 30–300 mg/hari, merupakan biomarker sensitif untuk deteksi awal kerusakan ginjal dan prediktor penyakit ginjal kronik (PGK) pada pasien hipertensi. Variabilitas MAP telah dikaitkan dengan peningkatan insidensi mikroalbuminuria, bahkan pada pasien dengan kontrol tekanan darah rata-rata yang baik. Mekanisme yang diusulkan termasuk peningkatan shear stress dan disfungsi endotel yang mempercepat proses glomerulosklerosis. Ambulatory Blood Pressure Monitoring (ABPM) selama 24 jam merupakan metode standar untuk menilai variabilitas tekanan darah secara lebih akurat dibandingkan pengukuran di klinik. Melalui ABPM, variabilitas MAP dapat diidentifikasi dan dianalisis hubungannya terhadap

indikator kerusakan ginjal seperti hematuria dan mikroalbuminuria. Studi menunjukkan bahwa pasien dengan variabilitas MAP tinggi lebih cenderung mengalami penurunan fungsi ginjal secara progresif (Hansen et al., 2011).

Menurut Heptaningrum (2020) dalam Wardhana et al. (2024), mikroalbuminuria merupakan kondisi yang ditandai oleh peningkatan kadar albumin dalam urin, yang menunjukkan adanya kerusakan endotel pada glomerulus dan pembuluh darah. Mikroalbuminuria didefinisikan berdasarkan rerata ekskresi albumin sebesar 30–300 mg dalam periode 24 jam, sedangkan pada individu normal, kadar albumin urin biasanya <30 mg dalam 24 jam. Kondisi mikroalbuminuria ini sering kali muncul sebelum adanya bukti klinis proteinuria yang nyata, sehingga berperan sebagai indikator dini kerusakan ginjal dan vaskular (Wardhana et al., 2024).

Kerusakan pada glomerulus menyebabkan terjadinya kebocoran fungsi filtrasi ginjal, sehingga protein, terutama albumin, dapat melewati filtrat glomerulus dan masuk ke dalam urin. Kondisi ini mencerminkan gangguan integritas membran glomerulus yang seharusnya berfungsi sebagai penghalang selektif terhadap protein, sehingga kebocoran albumin ke urin menjadi tanda adanya kerusakan ginjal. Albumin yang terdapat dalam urin mencerminkan adanya disfungsi endotel vaskular, sekaligus dapat berfungsi sebagai penanda awal proteinuria klinis. Proteinuria klinis sendiri merupakan salah satu indikator penting yang menunjukkan adanya risiko gangguan fungsi ginjal dan progresi penyakit ginjal kronis. Oleh karena itu, keberadaan albuminuria memiliki nilai diagnostik dan prognostik yang signifikan dalam evaluasi kesehatan ginjal (Siregar et al., 2023).

Simpulan

Adanya hubungan yang signifikan antara MAP dengan hematuria pada pasien hipertensi ($p=0,004$). Adanya hubungan yang signifikan antara MAP dengan mikroalbuminuria pada pasien hipertensi ($p=0,003$).

Daftar Pustaka

1. Whelton PK, Carey RM, Aronow WS, et al. 2017 ACC/AHA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults. *J Am Coll Cardiol*. 2018;71(19):e127–e248.
2. Parati G, Ochoa JE, Lombardi C, Bilo G. Assessment and management of blood-pressure variability. *Nat Rev Cardiol*. 2013;10(3):143–155.
3. Ruggenenti P, Schieppati A, Remuzzi G. Progression, remission and regression of chronic renal diseases. *Lancet*. 2001;357(9268):1601–1608.
4. Iimuro S, Imai E, Watanabe T, et al. Blood pressure lowering and renal protection in hypertensive patients with microalbuminuria: The CASE-J trial. *Hypertens Res*. 2007;30(8):785–793.
5. Muntner P, Shimbo D, Tonelli M, Reynolds K, Arnett DK, Oparil S. The relationship between visit-to-visit variability in systolic blood pressure and all-cause mortality in the general population. *Hypertension*. 2011;57(2):160–166.
6. Hansen TW, Li Y, Boggia J, et al. Predictive role of the nighttime blood pressure. *Hypertension*. 2011;57(1):3–10.
7. Bakris GL, Ritz E. The message for World Kidney Day 2009: hypertension and kidney disease – a marriage that should be prevented. *Am J Nephrol*. 2009;29(2):95–98.
8. Grassi, G., Seravalle, G. and Mancia, G., 2010. Sympathetic nerve traffic and blood pressure variability. *Journal of Hypertension*, 28(3), pp.435–437.
9. Hansen, T.W., Thijs, L., Li, Y., Boggia, J., Kikuya, M., Björklund-Bodegård, K., Richart, T., Ohkubo, T., Jeppesen, J., Torp-Pedersen, C. and others, 2010. Prognostic value of ambulatory blood pressure monitoring in hypertensive patients. *Hypertension*, 55(6), pp.1305–1311.
10. Muntner, P., Shimbo, D., Tonelli, M., Reynolds, K., Arnett, D.K. and Oparil, S., 2011. The relationship between visit-to-visit variability in systolic blood pressure and all-cause mortality in the general population. *Hypertension*, 57(2), pp.160–166.
11. O'Rourke, M.F. and Hashimoto, J., 2007. Mechanical factors in arterial aging: a clinical perspective. *Journal of the American College of Cardiology*, 50(1), pp.1–13.
12. Parati, G., Ochoa, J.E., Lombardi, C. and Bilo, G., 2013. Assessment and management of blood-pressure variability. *Nature Reviews Cardiology*, 10(3), pp.143–155.
13. Stevens, S.L., Wood, S., Koshiaris, C., Law, K., Glasziou, P., Stevens, R.J. and McManus, R.J., 2016. Blood pressure variability and cardiovascular disease: systematic review and meta-analysis. *BMJ*, 354, p.i4098.
14. Webb, A.J.S., Fischer, U., Rothwell, P.M., 2010. Effects of antihypertensive-drug class on interindividual variation in blood pressure and risk of stroke: a meta-analysis. *The Lancet*, 375(9718), pp.906–915.

