

ANALISIS UNSUR MINERAL DAN KORELASINYA DALAM DARAH PENDERITA HIPERTENSI DAN NORMAL DENGAN TEKNIK AAN

Theresia Rina Mulyaningsih¹⁾, Wahyu Sugiarto²⁾

¹⁾ PTBIN-BATAN, Kawasan Puspiptek Gedung No, 42, Serpong, Tangerang

²⁾ Departemen Kimia, Fakultas MIPA-IPB, Bogor

Email: thrinam@batan.go.id

Diterima editor 30 Agustus 2013

Disetujui untuk publikasi 26 September 2013

ABSTRAK

ANALISIS UNSUR MINERAL DAN KORELASINYA DALAM DARAH PENDERITA HIPERTENSI DAN NORMAL DENGAN TEKNIK AAN. Ketidakseimbangan mineral dalam tubuh berkontribusi terhadap munculnya hipertensi. Dalam makalah ini telah dicoba untuk mencari perbedaan kadar unsur mineral pada penderita hipertensi dan normal dan korelasi antar unsur mineral dalam darah penderita hipertensi dan normal. Cuplikan darah penderita hipertensi (n=34) dengan usia 29-55 tahun dan sebagai kontrol (n=52) normal dengan usia 28-55 tahun. Analisis unsur mineral dilakukan dengan teknik analisis aktivasi neutron. Untuk mengetahui signifikansi perbedaan kadar unsur mineral dalam darah penderita hipertensi dan normal, telah dilakukan pengujian nilai rerata konsentrasi dengan statistik-t dan korelasi antar unsur ditentukan berdasarkan koefisien korelasinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kadar unsur dalam darah normal dan penderita hipertensi: < 10% untuk unsur K, Br, Zn, Rb dan Cl; 10-30% untuk unsur Na, Se, Cr dan Fe dan perbedaan >30% untuk unsur Co, Cs dan Cu. Perbedaan yang signifikan terdapat pada Fe (p=0,039) dan Cu (p=0,01) dalam darah. Terdapat korelasi positif antara Fe dan Cu dalam darah penderita hipertensi (r=0,218) dan korelasi negatif pada normal (r = -0,173). Antar unsur mineral dalam darah ada yang berkorelasi positif dan ada juga yang berkorelasi negatif. Jadi kemungkinan perubahan kadar unsur mineral dalam darah dan korelasi antar unsur merupakan faktor yang berkontribusi dalam *pathogenesis* penderita hipertensi.

Kata kunci: korelasi, unsur mineral, darah, penderita hipertensi

ABSTRACT

ANALYSIS OF MINERAL ELEMENTS AND ITS CORRELATION IN THE BLOOD OF HYPERTENSION PATIENTS AND NORMAL BY NAA TECHNIQUE. Mineral imbalance in the body may contribute to the development of hypertension. This paper has attempted to search differences of trace elements level in normal and hypertensive and the correlation between mineral elements in hypertension and normal blood. The research samples was composed of hypertensive patients (n = 34) aged 29-55 years and the normal controls (n = 52) aged 28-55 years. Analysis of trace elements was conducted using neutron activation analysis. To determine the significance of differences in levels of mineral elements in the blood hypertension and normal, t-testing of mean concentration and correlations between these elements is determined by the correlation coefficient. The results showed that there were differences in levels of elements in normal and hypertensive blood: <10% for the elements of K, Br, Zn, Rb and Cl; 10-30% for the elements Na, Se, Cr and Fe and difference > 30% for the elements Co, Cs and Cu. There are significant differences in Fe (P = 0.039) and Cu (P = 0.01) in the blood. There is a positive correlation between Fe and Cu in the blood hypertension (r = 0.218) and negative correlation in normal (r = -0.173). Between mineral elements there are positive correlation and there are also a negative correlation in hypertension and normal blood. So the possibility of changes in the blood levels of trace elements and inter-element correlation is a contributing factor in the *pathogenesis* of hypertension

Key words: correlation, mineral element, blood, hypertension

PENDAHULUAN

Informasi kandungan unsur kelumit (*trace elements*) di dalam darah sangat penting dalam kaitannya dengan peranan unsur tersebut pada metabolisme tubuh, untuk mengetahui status kesehatan seseorang. Hipertensi atau sering dikenal sebagai tekanan darah tinggi merupakan salah satu gangguan kesehatan yang banyak diderita masyarakat di negara maju dan berkembang dan merupakan salah satu penyebab kematian melalui stroke. Hipertensi adalah kondisi asimtomatik dimana tekanan darah penderita terukur lebih besar dari 140/90 mmHg. Gangguan hipertensi tidak memiliki gejala khusus bagi penderitanya sehingga banyak kasus

orang dengan rentang usia 28-55 tahun yang terdiri atas 6 perempuan dan sisanya laki-laki. Darah dicuplik sebanyak 7,5 cc dengan *syringe* sekali pakai, dipindahkan kedalam tabung gelas untuk *dicentrifuge* selama ± 10 menit pada ± 1500 rpm, kemudian dipisahkan antara butir darah merah dan serum. Kemudian cuplikan darah dibekukan dan dikeringkan dengan pengeringan dingin *freeze drier* pada suhu -90°C , tekanan $\pm 0,03$ mbar. Setelah kering dihomogenkan dengan batang pengaduk kaca sehingga membentuk butiran. Cuplikan diteliti adalah butir darah merah, sedangkan pada penelitian sebelumnya adalah *whole blood*. Analisis unsur menggunakan metode analisis aktivasi neutron (AAN).

Butir darah merah ditimbang masing-masing secara duplo di dalam *vial* polietilen. Sebagai kontrol mutu internal hasil pengujian digunakan SRM A-13 *freeze dried animal blood* dari IAEA (*International Atomic Energy Agency*). Untuk pemantau fluks digunakan kawat Al-0,1% Au dari IRRM. Cuplikan dan SRM yang telah ditimbang dibungkus dengan aluminium foil untuk diiradiasi medium dan panjang, sedangkan untuk iradiasi pendek tidak perlu dibungkus aluminium foil. Kemudian disusun menjadi target yang terdiri atas cuplikan, SRM dan fluks monitor dalam kapsul iradiasi yang terbuat dari aluminium maupun polietilen. Kondisi iradiasi dan pencacahan seperti tertera dalam Tabel 1. Iradiasi dilakukan di fasilitas iradiasi *Rabbit system* reaktor RSG-GAS pada fluks neutron $\sim 1,7 \times 10^{13} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Tabel 1. Data kondisi iradiasi dan pencacahan cuplikan darah

Massa (mg)	Waktu Iradiasi (menit)	Waktu <i>decay</i>	Waktu cacah (mnt)	Unsur ditentukan
45-50	1	~5 menit	2	Na, Cl, Cu
60-70	15	2-3 hari	5-15	As, Na, K, Br
± 100	60	7-14 hari	60	Zn, Fe, Co, Rb, Cs, Cr, Se, Hg

Pencacahan dan Analisis

Pencacahan cuplikan pasca iradiasi menggunakan spektrometer- γ yang dilengkapi dengan detektor germanium kemurnian tinggi, HPGe ($\epsilon = 20\%$, FWHM=1,80 keV pada 1,33 MeV), yang digabungkan dengan penganalisis puncak multi saluran. Analisis kualitatif menggunakan perangkat lunak Genie-2000 dan analisis kuantitatif menggunakan perangkat lunak k_0 -IAEA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk evaluasi akurasi hasil analisis digunakan pengujian bahan standar acuan SRM A-13 *freeze dried animal blood* dari IAEA. Data yang diperoleh pada analisis bahan acuan ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data kontrol mutu hasil pengujian

Unsur	Nilai sertifikat ($\mu\text{g/g}$)	Hasil Analisis ($\mu\text{g/g}$)	Bias relatif (%)	U-test score[9]	Rasio
K	2400 \pm 400	2540 \pm 110	5,8	0.34	1.06
Fe	2350 \pm 150	2547 \pm 14	8,4	1.30	1.08
Na	12550 \pm 950	12268 \pm 220	2,3	0.29	0.98
Mg	110 \pm 29	93 \pm 5	15,6	0.58	0.84
Zn	13 \pm 1	14 \pm 1	6,8	0.74	1.07

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa Bias relatif yaitu persen perbedaan antara nilai hasil analisis dengan nilai sertifikat untuk unsur Mg 15,6% sedangkan unsur lainnya < 10%. Nilai u-test untuk unsur K, Fe, Na, Mg dan Zn apabila dibandingkan dengan nilai kritis yang diambil dari tabel statistik-t memiliki nilai < 1,64 ini menunjukkan bahwa antara nilai hasil pengujian dan nilai sertifikat tidak berbeda secara signifikan [9]. Berdasarkan nilai rasio hasil pengujian dibanding nilai sertifikat mendekati 1, yaitu antara 0,84-1,08. Hal ini menunjukkan bahwa nilai hasil uji hampir sama dengan nilai sertifikat.

Pengelompokan responden sebagai penderita hipertensi berdasarkan pengukuran tekanan darah terukur $\geq 140/90$ mmHg tanpa mempertimbangkan faktor riwayat keturunan, berat badan, usia dan jenis penyakit lain yang diderita. Sebagai kontrol adalah normal (bukan penderita hipertensi). Hasil analisis kuantitatif terhadap butir darah merah kedua kelompok diamati ditampilkan pada Tabel 3, sedangkan persen perbedaan kadar unsur dalam darah normal dan penderita hipertensi ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 3. Kadar unsur kelumit dalam butir darah normal dan penderita hipertensi

Unsur	Normal ($\mu\text{g/g}$)				Penderita hipertensi ($\mu\text{g/g}$)			
	Rerata	SD	Min	Maks	Rerata	SD	Min	Maks
Na	5182,65	2925	816,20	12670,11	6018,68	2905,63	2059,71	11415,58
Cl	7909,50	3560,82	3193,84	16972,51	7382,48	3649,66	2507,23	16566,91
K	6858,55	4042,87	906,52	19900	6937,03	2330,70	2633	10900
Br	10,13	6,15	1,46	29,64	10,02	6,46	3,51	34,68
Zn	25,96	13,12	4,15	78,09	27,91	15,63	1,04	79,55
Rb	24,99	10,98	8,35	75,99	25,29	14,16	2,02	61,74
Co	0,39	0,29	0,1	1,2	0,53	0,36	0,03	1,24
Fe	3188,63	2368,98	394,82	8343,89	2269,01	1616,61	686,7	6987,1
Cs	0,15	0,08	0,04	0,32	0,24	0,142	0,08	0,42
Se	0,84	0,34	0,04	1,48	0,99	0,24	0,66	1,38
Cr	4,57	1,59	0,86	8,01	3,83	1,05	2,85	5,38
Cu	8,02	4,21	4,63	15,15	17,12	10,15	4,29	35,75

Tabel 4. Persen perbedaan kadar unsur dalam butir darah merah normal dan penderita hipertensi

Unsur	Penderita hipertensi ($\mu\text{g/g}$)		% Perbedaan	p
	Normal ($\mu\text{g/g}$)	Rerata \pm SD		
Na	5182,65 \pm 2925	6018,68 \pm 2905,63	16,13	0,192
Cl	7909,50 \pm 3560,82	7382,48 \pm 3649,66	6,66	0,519
K	6858,55 \pm 4042,87	6937,03 \pm 2330,70	1,14	0,906
Br	10,13 \pm 6,15	10,02 \pm 6,46	1,08	0,932
Zn	25,96 \pm 13,12	27,91 \pm 15,63	7,51	0,573
Rb	24,99 \pm 10,98	25,29 \pm 14,16	1,2	0,927
Co	0,39 \pm 0,29	0,53 \pm 0,36	35,89	0,096
Fe	3188,63 \pm 2368,98	2269,01 \pm 1616,61	28,84	0,039
Cs	0,15 \pm 0,08	0,24 \pm 0,142	60	0,112
Se	0,84 \pm 0,34	0,99 \pm 0,24	17,85	0,218
Cr	4,57 \pm 1,59	3,83 \pm 1,05	16,19	0,172
Cu	8,02 \pm 4,21	17,12 \pm 10,15	113,46	0,01

Untuk mengetahui signifikansi kadar unsur mineral dalam cuplikan darah penderita hipertensi, telah dilakukan analisis butir darah merah dengan hasil seperti tercantum pada Tabel 3 dan 4. Rerata kadar Co, Cs dan Se dalam butir darah penderita hipertensi maupun normal relatif rendah ($< 0,99 \mu\text{g/g}$), kadar Br, Zn, Rb, Cr dan Cu antara $3,83\text{-}27,91 \mu\text{g/g}$, dan kadar yang cukup tinggi dari unsur-unsur Fe $> 2000 \mu\text{g/g}$, Na $> 5000 \mu\text{g/g}$, K $> 6000 \mu\text{g/g}$, dan Cl $> 7000 \mu\text{g/g}$. Apabila diurutkan berdasarkan kadar unsur-unsur dalam darah normal dan penderita hipertensi adalah Cs $<$ Co $<$ Se $<$ Cr $<$ Cu $<$ Br $<$ Rb $<$ Zn $<$ Fe $<$ Na $<$ K $<$ Cl.

Kadar Na, K, Zn, Rb, Co, Cs, Se, dan Cu dalam darah penderita hipertensi lebih tinggi dibandingkan normal. Dalam penelitian ini ditemukan adanya perbedaan yang signifikan pada kadar Fe dan Cu dalam darah penderita hipertensi dibandingkan normal ($p < 0,05$), sedangkan untuk unsur lainnya tidak berbeda secara signifikan. Kadar Fe dalam darah normal lebih tinggi 28,84 % dibandingkan penderita hipertensi. Kondisi terbalik untuk unsur Cu, kadar dalam darah penderita hipertensi lebih tinggi dengan perbedaan 113,46% dibandingkan normal. Dari Tabel 5 dan 6 dapat diketahui bahwa terdapat korelasi positif (yaitu Fe makin tinggi maka Cu juga makin tinggi) antara Fe dan Cu dalam darah penderita hipertensi ($r = 0,218$) dan korelasi negatif pada normal ($r = - 0,173$). Tingginya kadar Cu pada penderita hipertensi sesuai dengan penelitian sebelumnya [5]. Tembaga merupakan unsur esensial bagi aktivitas enzim dan pembentukan ikatan silang normal elastin dalam pembuluh. Kemungkinan kenaikan kadar Cu dapat meningkatkan kapasitas pengikatan tembaga ceruloplasmin, sehingga asupan Cu yang tinggi akan menyebabkan ketidaknormalan pada pembentukan dinding pembuluh dan akan menyebabkan perubahan patologi yang dapat mengakibatkan penderita hipertensi. Tetapi beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa Cu penderita hipertensi lebih rendah dibandingkan normal [6]. Hasil studi di Polandia menunjukkan bahwa rasio yang tinggi dari Cu/Zn dan rendahnya kadar Cu dalam darah berkorelasi dengan gangguan hipertensi. Rasio optimal Cu/Zn sebaiknya berkisar antara 8:1 dan 13:1 [10]. Dalam penelitian ini rasio Cu/Zn pada penderita hipertensi 0,613 lebih tinggi dibandingkan rasio Cu/Zn pada normal 0,380 atau 2:1. Kondisi ini membuktikan hipotesa bahwa ketidakseimbangan Zn dan Cu mungkin berkaitan dengan kondisi gangguan hipertensi [10]. Rasio yang tinggi Zn/Cu dalam makanan yang diberikan pada tikus normal telah memicu meningkatnya tekanan darah tikus [11]. Ketidak seimbangan kadar Zn dan Cu dalam darah dapat menimbulkan resiko hipertensi. Pada penelitian ini dapat diketahui bahwa ada korelasi positif antara unsur Cu dengan Cl, K, Zn dan Fe dan korelasi negatif antara unsur Cu dengan Na, Br, Rb, Co, Cs Se dan Cr di dalam darah penderita hipertensi (Tabel 6).

Zn memegang peranan penting pada aktivitas enzimatis di dalam tubuh. Hasil penelitian Zn dalam butir darah penderita hipertensi lebih tinggi dibandingkan normal walaupun perbedaan ini tidak signifikan ($P > 0,05$) dan dengan persen perbedaan 7,51. Dari penelitian ini terdapat korelasi positif antara Zn dengan Na, Cl, K, Fe, Cs dan Cu dan korelasi negatif dengan Br, Rb, Co, Se dan Cr dalam darah penderita hipertensi (Tabel 6.)

Dalam penelitian ini kadar selenium 17,85% lebih tinggi pada penderita hipertensi dibandingkan normal, walaupun perbedaan ini tidak signifikan ($p = 0,218$). Dilaporkan bahwa kekurangan unsur Se pada populasi laki-laki di Eropa berkorelasi dengan penderita hipertensi [12]. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat toksisitas Se mungkin juga berperan dalam penderita hipertensi, walaupun masih perlu dipelajari lebih lanjut. Se memiliki korelasi positif yang kuat dengan Co ($r = 0,924$) dalam darah penderita hipertensi dan korelasi yang lemah dalam normal ($r = 0,080$).

Kadar rubidium 1,2% lebih tinggi pada penderita hipertensi dibandingkan normal walaupun perbedaan ini tidak signifikan ($p = 0,927$), hal ini sesuai dengan hasil studi Rb pada

populasi penderita hipertensi di Punjab [5], tetapi penelitian lain melaporkan bahwa tidak ada relasi Rb dengan penderita hipertensi pada populasi di Nigeria [4].

Peranan Na dalam mendorong terjadinya gangguan hipertensi telah diakui. Penelitian yang telah dilakukan [13] menunjukkan bahwa ada hubungan yang linier antara asupan Na terhadap tekanan darah individu paruh baya, dan terdapat korelasi positif antara kadar Na dengan tekanan sistolik dan diastolik [14]. Tetapi dampak Na terhadap penderita hipertensi sampai sekarang masih kontroversi. Perbedaan pendapat ini mungkin berkaitan dengan peranan Na dan korelasinya dengan unsur yang lain di dalam darah yang berdampak terhadap hipertensi. Pada penelitian ini Na dalam penderita hipertensi 16,3% lebih tinggi dari pada normal walaupun perbedaan tidak signifikan ($p = 0,193$). Na berkorelasi positif dengan Cl, Zn, Co, Fe dan Cr dan berkorelasi negatif dengan K, Br, Rb, Se dan Cu pada penderita hipertensi.

Potassium bekerjasama dengan Na berperan untuk mempertahankan kesetimbangan cairan tubuh. Bukti terbaru menunjukkan bahwa K memegang peranan penting pada tekanan darah. Pada penderita hipertensi maupun normal, asupan makanan mengandung K akan memberikan efek terhadap penurunan tekanan darah [15]. Karena itu bagi penderita hipertensi mengatur K adalah penting sebab K mencegah hipertensi, peningkatan kadar K kemungkinan dapat meningkatkan Na yang diekskresikan tubuh. K dalam darah penderita hipertensi lebih tinggi dibandingkan normal, walaupun perbedaannya tidak signifikan ($p = 0,906$) yaitu 1,14 %. Hal ini berbeda dengan penelitian sebelumnya [7,12]. Pemberian diet rendah maupun kaya akan K dapat menurunkan tekanan darah pada hewan maupun manusia penderita hipertensi, jadi kemungkinan rasio Na/K yang sangat berperan dalam perkembangan gangguan hipertensi. Rasio optimal Na/K untuk tubuh manusia adalah 2:1 [14].

Unsur Na dan Cl yang terdapat dalam garam dapur dalam jumlah normal dapat membantu tubuh mempertahankan keseimbangan cairan tubuh untuk mengatur tekanan darah, tetapi Na dan Cl dalam jumlah berlebih dapat mengakibatkan kadar cairan ekstraseluler meningkat. Untuk menormalkan kadar cairan ekstraseluler tersebut, cairan intraseluler ditarik keluar. Hal ini mengakibatkan volume darah dari jantung akan meningkat yang pada akhirnya akan meningkatkan tekanan darah [16]. Dalam penelitian ini kadar Cl dalam darah penderita hipertensi lebih rendah dari normal walaupun perbedaannya tidak signifikan ($p = 0,519$). Terdapat korelasi positif lebih kuat antara Na dan Cl pada penderita hipertensi ($r = 0,423$) dibandingkan pada normal ($r = 0,278$).

Untuk mengetahui korelasi unsur-unsur di dalam darah penderita hipertensi maupun normal, pada Tabel 5 dan 6 ditampilkan koefisien korelasi unsur-unsur dalam darah.

Tabel 5. Koefisien korelasi unsur-unsur didalam cuplikan darah normal

Unsur	Na	Cl	K	Br	Zn	Rb	Co	Fe	Cs	Se	Cr	Cu
Na	1											
Cl	0,278	1										
K	0,096	-0,271	1									
Br	0,011	-0,255	0,098	1								
Zn	0,015	-0,098	-0,042	0,431	1							
Rb	-0,155	-0,227	0,077	0,439	0,352	1						
Co	-0,059	0,212	-0,047	-0,009	0,104	0,004	1					
Fe	-0,021	-0,092	-0,048	-0,088	-0,013	-0,013	-0,162	1				
Cs	-0,155	-0,119	-0,064	-0,250	-0,199	-0,019	-0,141	-0,147	1			
Se	-0,229	-0,179	-0,085	-0,290	-0,087	0,026	0,080	0,281	0,434	1		
Cr	0,041	-0,083	-0,034	-0,387	0,114	0,194	-0,149	-0,035	-0,008	0,465	1	
Cu	0,311	-0,175	0,085	-0,298	0,120	-0,111	-0,209	-0,173	-0,407	-0,628	-0,731	1

Dari Tabel 5 dapat diketahui bahwa ada korelasi positif dalam darah normal, walaupun korelasinya lemah lemah, yaitu antara Se dan Cr ($r = 0,465$), Se dan Cs ($r = 0,434$), Rb dan Br serta Zn dan Br. Korelasi negatif yang kuat antara Cu dan Cr ($r = -0,731$) dan korelasi yang lemah antara Cu dan Cs ($r = -0,407$).

Tabel 6. Koefisien korelasi unsur-unsur didalam cuplikan darah penderita hipertensi

Unsur	Na	Cl	K	Br	Zn	Rb	Co	Fe	Cs	Se	Cr	Cu
Na	1											
Cl	0.423	1										
K	-0.079	0.175	1									
Br	-0.116	-0.214	-0.471	1								
Zn	0.176	0.080	0.493	-0.376	1							
Rb	-0.021	-0.220	-0.296	0.336	-0.266	1						
Co	0.197	-0.031	-0.119	0.221	-0.386	0.184	1					
Fe	0.003	-0.175	-0.299	0.148	0.139	0.001	-0.043	1				
Cs	0.220	-0.255	-0.378	0.568	0.151	0.327	0.008	-0.234	1			
Se	-0.399	0.267	0.336	-0.109	-0.237	0.098	0.924	0.174	0.150	1		
Cr	0.510	-0.007	-0.602	0.518	-0.408	0.123	0.438	-0.073	0.704	-0.748	1	
Cu	-0.298	0.343	0.491	-0.529	0.036	-0.456	-0.115	0.218	-0.880	-0.038	-0.384	1

Dalam darah penderita hipertensi dari Tabel 6 dapat diketahui korelasi antar unsur berdasarkan koefisien korelasinya. Terdapat korelasi positif yang kuat antara unsur Se dan Co ($r = 0,924$) dan antara Cr dan Cs ($r = 0,704$). Korelasi agak lemah antara Cs dan Br ($r = 0,568$), Cr dan Br ($r=0,518$), Zn dan K ($r = 0,493$), serta Na dan Cl ($r = 0,423$). Korelasi negatif yang kuat antara Cu dan Cs ($r = -0,880$), Cr dan Se ($r = -0,748$). Apabila dibandingkan korelasi antar unsur dalam darah penderita hipertensi cenderung lebih banyak berkorelasi positif dibandingkan dalam darah normal.

Dari analisis cuplikan butir darah merah yang telah dilakukan sebenarnya terdeteksi juga unsur Hg dalam 5 cuplikan darah normal dengan kadar rerata $0,17 \pm 0,05 \mu\text{g/g}$ dan satu cuplikan darah penderita hipertensi dengan kadar $0,18 \pm 0,04 \mu\text{g/g}$. Arsenik (As) terdeteksi dalam darah normal dengan kadar $0,08 \pm 0,001 \mu\text{g/g}$. Keberadaan unsur toksik Hg, As, Cr, dan Co dalam darah perlu diperhatikan, karena unsur toksik ini dapat menggantikan unsur esensial yang memiliki bentuk atau muatan yang sama dalam molekul atau enzyme dan juga dapat menjadi logam yang mengendap sebagai metaloenzym [6].

KESIMPULAN

Analisis mineral di dalam darah dapat digunakan sebagai alat bantu dalam mengidentifikasi korelasi unsur yang menyebabkan timbulnya hipertensi. Teknik AAN tepat digunakan dalam penelitian ini karena memiliki sensitifitas dan akurasi yang tinggi mampu menganalisis hingga orde ppm-ppb, jumlah cuplikan sedikit orde mg, mudah dalam preparasi dan multi unsur dalam sekali analisis. Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan kadar unsur dalam darah penderita hipertensi dibandingkan normal. Perbedaan tertinggi pada kadar Cu (113,16 %) dan terendah pada kadar Rb (1,2%), perbedaan yang signifikan terjadi pada kadar Cu dan Fe. Antara unsur-unsur yang terkandung dalam darah saling berkorelasi baik positif maupun negatif. Korelasi positif kuat pada darah penderita hipertensi antara Se dan Co (0,924), Cr dan Cs (0,704) dan korelasi negatif kuat antara Cu dan Cs (-0,880), Cr dan

Se (-0,748). Sedangkan pada darah normal, terdapat korelasi positif lemah antara Se dan Cr (0,465), Se dan Cs (0,434) dan korelasi negatif yang kuat antara Cu dan Cr (-0,731). Jadi kemungkinan perubahan kadar unsur makro dan mikro dalam darah dan korelasi antar unsur merupakan faktor yang berkontribusi dalam patogenesis penderita hipertensi

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada para sukarelawan yang telah bersedia untuk menjadi obyek dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

www.today.co.id. Accessed 2 Februari 2011.

http://medicastore.com/penyakit//tekanan_darah_tinggi_penderita_hipertensi.html.

- Hediyati S.S, Minhajuddin A.T, Ijaz A., Moe O.W, Elsayed E.F, Reilly R.F., Huang C.L. Association of urinary sodium/potassium ratio with blood pressure: sex and racial differences. Clin J Am Soc Nephrol. 2012; 7(2): 315-22
14. Maron E.R., Bosiacka I.B., Gutowska I., Chlubek D. Blood pressure and level of Fe, Ca, Mg, Zn, Cu, Na and K in the hair of young bantu men from Tanzania. Biol Trace Elem Res, DOI 10.1007/s120011-012-9578-3. Springer. 2013.

15. Wu G., Tian H., Han K., Xi Y, Yao Y., Ma A., Potassium magnesium supplementation for four weeks improve small distal artery compliance and reduce blood pressure in patients with essential hypertension. *Clin. Exp. Hypertens.* 2006; 28(5):489-497.
16. Sutrasni L dkk, *Penderita hipertensi*, Gramedia, Jakarta; 2004.