

ANALISIS UNSUR Cu DAN Zn DALAM RAMBUT MANUSIA DENGAN SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM (SSA)

Achmad Hidayat, Muhayatun, Dadang Supriatna

Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri-BATAN, Jl. Tamansari No.71, Bandung 40132

ABSTRAK

ANALISIS UNSUR Cu DAN Zn DALAM RAMBUT MANUSIA DENGAN SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM. Jenis dan konsentrasi unsur-unsur dalam rambut dapat merefleksikan status kesehatan seseorang dan di mana ia tinggal atau bekerja. Pada konsentrasi yang tinggi Zn dapat menjadi toksik terhadap tubuh atau menyebabkan defisiensi untuk unsur Cu. Konsentrasi Cu yang rendah akan menyebabkan sel kekurangan oksigen akibatnya menjadi anemia. Pada penelitian ini dilakukan penentuan Cu dan Zn dalam rambut manusia menggunakan spektrofotometri serapan atom (SSA) dengan metode nyala. Hasil analisis terhadap 27 sampel rambut remaja kota Bandung usia 16-19 tahun menunjukkan bahwa konsentrasi "geomean" Cu = $15,7 \pm 45 \mu\text{g/g}$ dan Zn = $201,4 \pm 205 \mu\text{g/g}$. Data Cu ini lebih rendah jika dibandingkan dengan data Cu remaja Nigeria ($117,4 \mu\text{g/g}$), sedangkan dua data Cu yang menyebabkan simpangan baku tinggi ($45 \mu\text{g/g}$) yaitu sampel nomor 13 ($110 \mu\text{g/g}$) dan sampel nomor 18 ($218 \mu\text{g/g}$) mungkin berasal dari sumber pencemar di sekitar tempat tinggal remaja tersebut. Hampir sama dengan data Cu, simpangan baku data Zn juga tinggi ($205 \mu\text{g/g}$). Hal ini disebabkan oleh data sampel nomor 6 ($657 \mu\text{g/g}$), sampel nomor 7 ($356 \mu\text{g/g}$), sampel nomor 9 ($1058 \mu\text{g/g}$), sampel nomor 21 ($460 \mu\text{g/g}$), dan sampel nomor 27 ($436 \mu\text{g/g}$). Jika data geomean Zn yang diperoleh ($201,4 \mu\text{g/g}$) dibandingkan dengan geomean orang Nigeria ($125,9 \mu\text{g/g}$), maka konsentrasi Zn anak remaja Bandung lebih tinggi. Konsentrasi Zn yang tinggi ini mungkin merupakan karakteristik pada anak remaja Bandung atau Indonesia, akan tetapi hal ini masih memerlukan penelitian lanjutan.

Kata kunci: analisis unsur, rambut manusia, SSA

ABSTRACT

ANALYSIS OF Cu AND Zn ELEMENTS IN HUMAN HAIR USING ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY. Quality and concentration of elements in human hair can reflect health status of the person or the environment where that person resides or work. High concentration of Zn can cause toxic to the human body or deficiency for Cu. Low concentration of Cu can cause cell lack of oxygen and lead to anemia. In this study determination of Cu and Zn were carried out using flame atomic absorption spectrophotometry. The analysis results on 27 hair samples of young people at 16 to 19 years-old from Bandung city indicated that geomean concentrations of Cu = $15.7 \pm 45 \mu\text{g/g}$ and Zn = $20.4 \pm 205 \mu\text{g/g}$. The geomean data of copper of young Bandung (Indonesian) was lower than that of young Nigerian ($11.4 \mu\text{g/g}$), whereas two data of copper which caused high standard deviation ($45 \mu\text{g/g}$) were sample number 13 ($110 \mu\text{g/g}$) and sample number 18 ($218 \mu\text{g/g}$) maybe it come from pollutant source around the young Indonesian live. Similar to copper data, standard deviation of Zn also high ($205 \mu\text{g/g}$). It is due to sample number 6 ($657 \mu\text{g/g}$), sample number 7 ($356 \mu\text{g/g}$), sample number 9 ($1058 \mu\text{g/g}$), sample number 21 ($460 \mu\text{g/g}$), and sample number 27 ($436 \mu\text{g/g}$). If the geomean of Zn ($201.4 \mu\text{g/g}$) was compared with the geomean of young Nigerian ($125.9 \mu\text{g/g}$), then concentration of Zn from young Indonesian was higher. The high concentration of Zn maybe become characteristic of young Bandung people or Indonesian, but it still need further study.

Key word : elemental analysis, human hair, AAS.

1. PENDAHULUAN

Rambut manusia dapat merekam unsur-unsur yang masuk ke dalam tubuh manusia melalui jalur makanan, minuman dan pernafasan (udara). Keberadaan dan konsentrasi unsur-unsur dalam rambut dapat merefleksikan keadaan/status kesehatan seseorang dan di mana ia tinggal atau bekerja [1]. Dengan menganalisis unsur-unsur dalam rambut dapat diketahui apakah konsentrasi unsur-unsur tersebut defisiensi, cukup atau bahkan terlalu tinggi. Kelebihan melakukan analisis unsur dalam rambut jika dibandingkan dengan analisis unsur dalam darah, atau urin maka analisis unsur dalam rambut lebih mudah pelaksanaannya serta penanganan sampel lebih sederhana [1]. Disamping itu juga karena unsur-unsur yang diabsorpsi oleh rambut itu semakin lama semakin tinggi konsentrasinya karena tidak dikeluarkan dari tubuh sehingga menjadi lebih peka. Oleh karena sifat-sifat itulah rambut dipilih sebagai sampel.

Unsur runtuhan terdapat dalam tubuh manusia, seperti unsur Fe dan Zn. Jika tubuh kekurangan unsur Fe maka akan menyebabkan anemia, sedangkan Zn berperan di dalam banyak reaksi enzimatik [2]. Pada konsentrasi yang tinggi Zn dapat menjadi toksik terhadap tubuh atau menyebabkan defisiensi untuk unsur lain. Contoh, konsentrasi Zn yang tinggi di dalam tubuh dapat menyebabkan defisiensi unsur Cu. Sebaliknya konsentrasi Zn yang rendah dikaitkan dengan defisiensi Zn, *anorexia*, *gender*, usia, *atherosclerosis*, *vegetarianism*, kemiskinan, dan kebergantungan pada insulin pada penderita kencing manis [3].

2. TATA KERJA

2.1. Bahan dan peralatan

Bahan kimia yang digunakan adalah Standar tritisol pro analisis (p.a) Merck dan bahan acuan *Certified Reference Material (CRM)* rambut GBW 09101 Shanghai Institute of Nuclear Research-China, HNO_3 p.a dan suprapur Merck.

Peralatan yang digunakan adalah spektrofotometer serapan atom (SSA) GBC 332 yang digunakan untuk mengukur Cu dan Zn dengan metode nyala. *Microwave digestion* Model Ethos yang digunakan untuk destruksi sampel rambut, dan alat-alat standard laboratorium kimia.

2.2. Pengumpulan (sampling) dan pencucian sampel rambut

Sampel rambut diperoleh dari 27 orang siswa SMA di kota Bandung pada hari Bumi 22 April 2006. Dengan bantuan tukang potong rambut profesional, rambut siswa bagian belakang kepala dipotong kira-kira 0,5 cm di atas kulit kepala, selanjutnya sampel rambut dipotong-potong hingga tiap potongan berukuran 0,5 cm. Sampel rambut dicuci dengan deterjen, air bebas mineral dan terakhir dengan aseton [4]. Selanjutnya sampel rambut dikeringkan di dalam oven pada temperatur $70 \pm 5^\circ \text{C}$ selama 2-4 jam [4]. Sampel yang telah kering dimasukkan ke dalam kantong polietilen (p.e) serta akhirnya sampel rambut disimpan di ruang bersih.

2.3. Preparasi sampel rambut

Masing-masing sampel rambut manusia dan CRM Rambut GBW 09101 ditimbang sekitar 0,5 – 1,5 g, dimasukkan ke dalam 9 wadah teflon 100 mL dari *microwave digestion* Model Ethos dan ditambah 10 mL HNO_3 65 %. Enam wadah teflon berisi sampel rambut dan 3 wadah teflon lain berisi CRM rambut dimasukkan ke dalam *microwave*. Destruksi telah diatur untuk *digest* tahap pertama selama 10 menit dan tahap selanjutnya selama 10 menit pada temperatur 200°C dan daya 1000 W. Setelah waktu *digest* dipenuhi, wadah teflon dikeluarkan dan direndam dengan air kran hingga temperatur kamar. Sampel dikeluarkan dari wadah serta dipindahkan ke dalam beaker teflon dan dikisatkan. Sisa garam dilarutkan dan dipindahkan ke dalam labu takar 25 mL secara kuantitatif serta diencerkan hingga tanda batas. Wadah teflon segera dicuci dengan deterjen dan air serta dikeringkan. Wadah teflon yang sudah bersih digunakan kembali untuk mendestruksi sampel lainnya.

2.4. Preparasi larutan standar untuk SSA

Dibuat larutan standar campuran Cu dan Zn dengan konsentrasi masing-masing 0,2 $\mu\text{g/mL}$, 0,4 $\mu\text{g/mL}$, 1 $\mu\text{g/mL}$, dan 2 $\mu\text{g/mL}$ yang dibuat dengan mengencerkan larutan standar campuran Cu dan Zn 100 $\mu\text{g/mL}$. Dipipet 10 mL dari standar campuran Cu dan Zn 100 $\mu\text{g/mL}$ kemudian diencerkan hingga 100 mL. Konsentrasi larutan standar menjadi 10 $\mu\text{g/mL}$. Dari larutan standar 10 $\mu\text{g/mL}$ masing-masing dipipet 2, 4, 10, dan 20 serta diencerkan hingga 100 mL. Larutan standar dan sampel diukur

dengan SSA metode nyala.

2.5. Pengukuran dengan SSA menggunakan metode nyala (*flame photometry*).

Prinsip SSA adalah absorpsi energi sinar dengan panjang gelombang tertentu oleh atom-atom bebas hasil proses atomisasi. Oleh karena itu di dalam SSA harus dilakukan proses atomisasi. Proses atomisasi dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu dengan nyala (*flame*), tungku grafit (*graphite furnace*) dan dengan penguapan (*vapour generation*). Akan tetapi metode atomisasi yang akan dibahas di sini adalah hanya metode nyala.

Atomisasi dengan nyala dilakukan dengan cara membakar analit (unsur yang akan dianalisis) menggunakan oksidator untuk mencapai suhu yang diinginkan sehingga analit akan teratomisasi. Oksidator yang sering digunakan adalah: campuran udara – propana yang dapat mencapai suhu nyala 1800°C, campuran udara-asetilen dapat mencapai suhu pembakaran hingga 2300° C, dan campuran N₂O-asetilen yang dapat mencapai suhu pembakaran 3000° C digunakan untuk senyawa yang sulit diuraikan misalnya senyawa Ca-fosfat.

Penentuan unsur analit dilakukan dengan cara membuat kurva kalibrasi standar yang telah disiapkan hingga diperoleh kurva yang linier atau koefisien korelasi mendekati angka 1 (satu). Selanjutnya pengukuran dilaksanakan untuk standar acuan CRM GBW 09101 yang dapat dikonversi langsung dalam konsentrasi (µg/mL). Jika hasil pengukuran CRM GBW 09101 berada dalam rentang sertifikat, maka selanjutnya pengukuran dilakukan terhadap sampel rambut.

2.6. Perbandingan hasil analisis dengan peneliti terdahulu.

Agar dapat mengetahui posisi (tinggi rendahnya) hasil analisis yang diperoleh maka data hasil analisis dibandingkan dengan data hasil analisis peneliti Pakistan [4] dan data hasil analisis peneliti Nigeria [5] yang mempunyai rentang usia objek penelitian yang berdekatan.

3. HASIL DAN DISKUSI

Studi unsur dalam rambut manusia ini belum banyak diketahui karakteristiknya di PTNBR. Pada tahun pertama penelitian ditujukan agar memperoleh informasi awal konsentrasi unsur-unsur dalam rambut manusia. Dari penelusuran pustaka diperoleh informasi

bahwa keberadaan dan konsentrasi unsur dalam rambut sangat erat kaitannya dengan status kesehatan seseorang atau menunjukkan keadaan lingkungan di mana seseorang berada apakah ada sumber cemaran atau tidak.

Untuk mengetahui hasil pengukuran itu *valid* atau tidak maka dilakukan pengukuran terhadap *Certified Reference Materials (CRM) GBW 09101* yang tersedia di laboratorium teknik analisis radiometri PTNBR. Hasil analisis CRM tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.

Menurut hasil analisis unsur terhadap CRM GBW 09101 menunjukkan konsentrasi unsur Cu dan Zn berada dalam rentang sertifikat. Artinya analisis unsur tersebut dapat dipercaya dan dilanjutkan.

Tabel.1. Hasil analisis CRM GBW 09101

| Unsur | µg/g | Sertifikat | |
|-------|------------|------------|------|
| Cu | 22,58±1,66 | 21,6 | 24,4 |
| Zn | 199 ± 32,4 | 181 | 197 |

Hasil analisis unsur Cu dan Zn dalam sampel rambut menggunakan SSA metode nyala (*Flame Photometry*) ditampilkan pada Tabel 2, Tabel 3, Gambar 1 dan Gambar 2.

Tabel 2. Perbandingan konsentrasi Cu dari Remaja Bandung (Indonesia) terhadap orang Pakistan [4] dan Nigeria [5] normal.

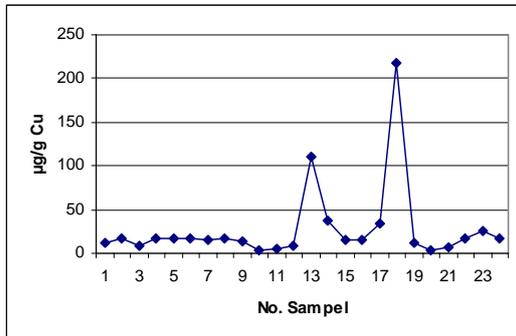
| Cu (µg/g) | Indonesia | Pakistan | Nigeria |
|------------|-----------|----------|----------|
| Rerata | 27,5 | 11,7 | Kosong |
| Geomean | 15,7 | Kosong | 117,4 |
| SD | 45 | 0,65 | Kosong |
| N | 27 | 59 | 10 |
| Umur (thn) | 16-19 | 16-30 | 10-19 |
| Lokasi | Kota | Gurun | Industri |

Tabel 3. Perbandingan konsentrasi Zn dari Remaja Bandung terhadap orang Pakistan dan Nigeria normal yang sebaya

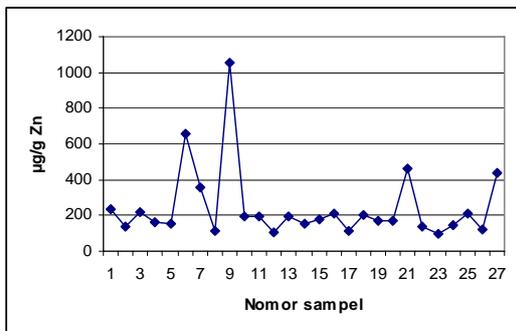
| Zn (µg/g) | Indonesia | Pakistan | Nigeria |
|-----------|-----------|----------|----------|
| Rerata | 244,6 | 283 | Kosong |
| Geomean | 201,4 | Kosong | 125,9 |
| SD | 205 | 9,12 | Kosong |
| N | 27 | 59 | 6 |
| Umur(thn) | 16-19 | 16-30 | 10-19 |
| Lokasi | Kota | Gurun | Industri |

Dari hasil analisis diperoleh konsentrasi *geomean* Cu = 15,7 ± 45 µg/g. Angka simpangan baku (SD) yang diperoleh (45 µg/g)

ternyata lebih besar dari angka *geomeannya* (15,7 μ g/g).



Gambar 1. Konsentrasi Cu dalam rambut siswa SMA di Bandung



Gambar 2. Konsentrasi Zn dalam rambut siswa SMA di Bandung

Gambar 1. menyatakan bahwa yang menjadi penyebab besarnya SD adalah dua data yang sangat besar yaitu sampel nomor 13 = 110 μ g/g berasal dari rambut remaja yang tinggal di Cibadak dan sampel nomor 18 = 218 μ g/g yang berasal dari seorang remaja yang tinggal di jalan Mercuri Selatan Margahayuraya. Mungkin di daerah Cibadak dan Mercuri Selatan terdapat sumber pencemar Cu sehingga rambut kedua remaja yang dianalisis menunjukkan konsentrasi yang tinggi. Sumber-sumber pencemar Cu yang mungkin adalah industri elektronik, alat-alat masak seperti dandang dan ceret. Jika konsentrasi rerata Cu (27,5 μ g/g) dibandingkan dengan hasil studi yang sama di Nigeria seperti tercantum pada Tabel 2 (*geomean* = 117,4 μ g/g) maka konsentrasi Cu yang kita peroleh masih jauh lebih rendah.

Kebalikan dari Cu, konsentrasi Zn yang diperoleh dalam rambut cukup tinggi dengan rerata = 244,6 μ g/g , *geomean* = 201,4 μ g/g dan

SD =205 μ g/g. Simpangan baku Zn yang diperoleh ini juga cukup tinggi. Hal ini disebabkan ada 5 kontributor yaitu: sampel nomor 6 konsentrasi Zn = 657 μ g/g berasal dari remaja yang tinggal di jalan Mutumanikam, sampel nomor 7 = 356 μ g/g berasal dari remaja yang tinggal di Perumahan Bumi Panyawangan, sampel nomor 9 = 1058 μ g/g berasal dari remaja yang tinggal di Astana Anyar, sampel nomor 21 = 460 μ g/g berasal dari remaja yang tinggal di daerah Citeureup, dan sampel nomor 27 = 436 μ g/g berasal dari remaja yang tinggal di Antapani (Gambar 2). Jadi kelima remaja tersebut telah mendapat paparan oleh sumber pencemar Zn yang tinggi.

Jika *geomean* Zn yang diperoleh (201,4 μ g/g) dibandingkan dengan *geomean* orang Nigeria yang relatif sebaya (125,9 μ g/g), maka jelas konsentrasi Zn yang diperoleh dari anak remaja Bandung lebih besar. Konsentrasi Zn yang tinggi ini mungkin merupakan karakteristik pada anak remaja Bandung yang sumbernya paling mungkin adalah pemakaian *Zink shampo* yang sering dan teratur, sedangkan sumber lainnya adalah dari penggunaan bahan bakar minyak (kendaraan bermotor) serta industri.

Hasil analisis dan data orang Pakistan (Tabel 2 dan Tabel 3) membuktikan bahwa jika konsentrasi Zn tinggi maka akan menyebabkan konsentrasi Cu rendah. Padahal jika konsentrasi Cu rendah akan menyebabkan sel kekurangan oksigen akibatnya anemia [6,7].

4. KESIMPULAN

Hasil analisis unsur menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan semakin tinggi konsentrasi Zn, semakin rendah konsentrasi Cu dalam rambut manusia. Konsentrasi Cu dan Zn pada sampel rambut 27 remaja di kota Bandung memberikan hasil masing masing sebesar Cu = 15,7 \pm 45,7 μ g/g dan Zn = 201,4 \pm 205,4 μ g/g. Konsentrasi Zn anak remaja Bandung lebih tinggi dari konsentrasi Zn anak remaja Nigeria (125,9 μ g/g), sedangkan konsentrasi Cu yang diperoleh (15,7 μ g/g) lebih rendah dari konsentrasi Cu remaja Nigeria (117,4 μ g/g). Analisis unsur akan dilanjutkan agar diperoleh unsur-unsur lainnya. Pada penelitian lanjutan akan dipelajari hubungan antara unsur-unsur dalam rambut dengan kesehatan manusia.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. **RIBIERO, A.S.**, Determination of As, Cd, Ni, and Pb in human hair by electrothermal atomic absorption spectrometry after sample treatment with tetramethylammonium hydroxide, *Microchemical Journal* 64 (2000) 105-110
2. **FARR, G.**, The hair tissue mineral analysis, *BecomeHealthyNow.com, Inc.*
3. **AUSTIN, S.N.D., SOLOWAY, N.L.M.T., D.C.**, *Ac.Hair Analysis, A Textbook of Natural Medicine, {1992}* .
4. **HASSAN, I.A., TASNEEM, G.K., GUL H.K., SHAMROZ B.S., DAN TAHIR R.**, Determination of essential trace and toxic elements in hair sample of night blindness patients versus normal subject, *American Biotechnology Laboratory*, January 2005, 16-17
5. **NNOROM, I.C., IGWE, J.C., AND AJIMONE, J.C.**, Multielement analysis of human scalp hair samples from three distant towns in southeastern Nigeria, *African Journal of Biotechnology* Vol.4 (10), pp 1124-1127, October 2005. available on line at <http://www.academicjournals.org/AJB>.
6. **ULVI, H., YIGITER, R., YOLDAS, T., DOLU, Y., VAR, A., AND MUNGEN, B.**, Magnesium, zinc, copper content in Hair and their serum concentration in patients with epilepsy, *Journal of Madison* 7 (2), 31-35, 2002.
7. **FARR, G.**, (2001, November, 25) The hair tissue mineral analysis. Available: <http://www.BecomeHealthyNow.Com>

6. DISKUSI

Juni Ch. – PTNBR BATAN

Rambut dapat digunakan untuk melihat status kesehatan seseorang dan di mana ia tinggal atau bekerja.

1. Penyakit apa saja yang dapat diketahui melalui deteksi analisis unsur dalam rambut?
2. Bagaimana cara mengetahui bahwa unsur-unsur dalam rambut refleksi dari makanan, atau berasal dari faktor tempat tinggal atau tempat bekerja?

Achmad Hidayat

1. Penelitian ini merupakan penelitian yang berkelanjutan. Untuk mengetahui korelasi penyakit dengan unsur dalam rambut perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Kedepannya, akan dilakukan pengelompokkan orang-orang dengan penyakit tertentu (misal: ginjal, epilepsi, dsb) dan dianalisis kadar unsur dalam rambutnya. Dengan demikian diharapkan dapat diperoleh korelasi antara kadar unsur dalam rambut dengan suatu penyakit.
2. Asal unsur dalam rambut dapat diketahui dengan cara mengelompokkan data-data kadar unsur dalam rambut dengan hasil survey dari kuisioner yang diisi oleh para responden. Kuisioner tersebut mencakup data lingkungan dan gaya hidup responden. Dari data ini diharapkan dapat diperoleh hubungan kadar unsur dalam rambut dengan asal-usul unsur tersebut dalam rambut.

Rochestri Sofyan – PTNBR BATAN

1. Apakah *volunteer* dipilih berdasarkan data kesehatan pemeriksaan fisik dan laboratorium?
2. Pada kesimpulan disebutkan penelitian akan dilanjutkan dengan pemeriksaan unsur lain. Unsur apa saja? Dan apakah akan dilakukan pada *volunteer* yang sama? Mohon dijelaskan.

Achmad Hidayat

1. Pada tahapan ini memang dipilih *volunteer* yang sehat, jika ada yang sakit datanya akan dipisahkan.
2. Pada dasarnya semua unsur yang diperiksa jika sampelnya cukup maka akan dilakukan pada sampel *volunteer* yang sama.

Riyadi

Apakah penelitian ini memungkinkan untuk dibuat instrumentasinya, agar analisis unsur Cu dan Zn dalam rambut manusia dapat terdeteksi secara langsung dalam instrumentasi (alat elektronik) tersebut?

Achmad Hidayat

Untuk mendeteksi unsur Cu dan Zn dalam rambut manusia secara langsung dapat digunakan teknik AAN dan spektrometer γ . Akan tetapi, sampel tersebut perlu diiradiasi terlebih dahulu (kendala: ketersediaan reaktor).

Poppy Intan Tjahaja – PTNBR BATAN

Secara morfologi tipe/jenis rambut dari berbagai suku/ras berbeda. Apakah hal ini mempengaruhi

kandungan unsur Cu dan Zn dalam rambut, seperti pada kasus perbedaan kandungan unsur Cu dan Zn pada rambut remaja Bandung dan Nigeria?

Achmad Hidayat

Dari hasil penelusuran pustaka belum ada yang mengaitkan perbedaan ras dengan kandungan Cu dan Zn dalam rambut. Saya lebih cenderung kepada pola hidup dan lingkungan yang mempengaruhi keberadaan unsur-unsur dalam rambut.

Maria Lina – PATIR BATAN

1. Jika dilihat data hasil penelitian yang didapat terlihat konsentrasi Cu remaja di Bandung sangat rendah sedangkan untuk Zn sangat tinggi jika dibandingkan dengan data dari Nigeria. Berapa batas normal untuk konsentrasi Cu dan Zn ?
2. Faktor apa yang menjadi penyebabnya ?

Achmad Hidayat

1. Batas normal konsentrasi minimal Cu dan Zn dalam rambut tidak ada, yang ada dalam darah yaitu Cu : 0,7 mg/ml dan Zn : 0,9 mg/ml.
2. Sudah dijelaskan dalam presentasi bahwa karakteristik Zn dengan konsentrasi tinggi akan menghambat Cu masuk ke dalam rambut.