

## STUDI ANALISA KANDUNGAN N, P, K DENGAN METODE ANALISIS PENGAKTIFAN NEUTRON CEPAT (APNC) DAN ANALISIS PENGAKTIFAN NEUTRON (APN)

Elin Nuraini, E.Supriatni, Sunardi, Djati.P  
P3TM - BATAN

### ABSTRAK

*STUDI ANALISA KANDUNGAN N, P, K DENGAN METODE ANALISIS PENGAKTIFAN NEUTRON CEPAT (APNC) DAN ANALISIS PENGAKTIFAN NEUTRON (APN).* Telah dilakukan analisa kandungan unsur N, P, K dalam cuplikan dengan metode Analisis Pengaktifan Neutron Cepat (APNC) dan Analisis Pengaktifan Neutron (APN). Penelitian ini mempunyai tujuan untuk membandingkan hasil pengujian dengan metode APNC dan APN, sehingga diperoleh nilai akurasi dan presisi yang terbaik. Hasil pengujian dengan metode APNC dibandingkan dengan hasil pengujian dengan metode APN yang telah diakui kebenarannya, yaitu telah memiliki sertifikat penilaian hasil uji atau laboratoriumnya telah terakreditasi. Hasil dari analisis kualitatif pada APNC teridentifikasi unsur N, P dan K pada masing-masing cuplikan sampel unsur N, P dan K. Analisis kualitatif pada APN hanya dapat mengidentifikasi unsur K pada cuplikan sampel unsur K. Analisis kuantitatif secara nisbi pada APNC memberikan hasil sebagai berikut : untuk unsur N memiliki nilai akurasi 2,6 % - 14 % dan nilai presisi 90,03 % - 99,07 %, untuk unsur P memiliki nilai akurasi 2,8 % - 18 % dan nilai presisi 98,28 % - 99,81 %, untuk unsur K memiliki nilai akurasi 2,6 % - 27,54 % dan nilai presisi 95,05 % - 99,31 %. Analisis kuantitatif secara nisbi pada APN memberikan hasil bahwa unsur K memiliki nilai akurasi 14 % - 29 % dan nilai presisi 92,6 % - 97,09 %. Dari hasil analisa unsur K diperoleh nilai akurasi untuk APNC lebih kecil dibanding metode APN, demikian juga untuk nilai presisinya lebih besar untuk APNC dibanding APN. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode APNC lebih teliti dan presisi dibandingkan APN meskipun secara formal perlu divalidasi oleh pihak yang berkompeten.

### ABSTRACT

*ANALYSIS STUDY OF THE N, P, AND K CONTENTS USING FAST AND THERMAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS METHODS.* The sample analysis of the N, P, K contents using fast and thermal neutron activation analysis methods have been performed. The aim of this research is to compare the examination result using fast neutron activation analysis and thermal neutron in order to get the best accuracy and precision. The examination result from fast neutron activation analysis method was compared to the result from thermal neutron activation analysis method that was admitted and certified. The thermal neutron activation analysis only qualitatively can identify K on the K sample. Quantitative analysis relatively using fast neutron showed that the accuracy of N is (2.6 - 14)% while the precision is (90.03 - 99.81)%. For P element the accuracy is (2.8 - 18)% and precision is (98.28 - 99.81)%. And for K element the accuracy is (2.6 - 27.54)% and precision is (95.05 - 99.31)%. The quantitative result using thermal neutron showed that the accuracy of K elements is (14 - 29.06) with the precision (92.6 - 97.09)%. From the result showed that the accuracy value of K elements analyzed using Fast Neutron Activation method is lower than using Thermal Neutron Activation method. While the precision result of Fast Neutron Activation method showed greater than Thermal Neutron Activation method. It can be concluded that the Fast Neutron Activation method is more accurate and precise than Thermal Neutron Activation method for K element analysis, but formally it needs to be validated by the competent agency.

### PENDAHULUAN

Institusi yang berwenang mengeluarkan sertifikat penilaian hasil uji dan sertifikasi laboratorium di Indonesia adalah Badan Standardisasi Nasional (BSN). Badan tersebut telah menyusun pedoman tentang persyaratan-persyaratan pokok yang harus dipenuhi sebagai laboratorium terakreditasi dengan mengacu ISO/IFG Guide 25-1990. Persyaratan-persyaratan ini tertuang dalam pedoman BSN 01-1991. Suatu laboratorium yang memenuhi persyarat-

an BSN 01-1991 dinyatakan juga telah memenuhi persyaratan ISO-9002.<sup>(1,2)</sup> Sertifikasi sistem mutu laboratorium mempunyai tujuan untuk memberikan jaminan kepada pemakai jasa laboratorium bahwa hasil uji yang dihasilkan mempunyai nilai ketepatan dan ketelitian yang baik. Ketelitian hasil uji pada dasarnya didukung oleh sarana dan prasarana laboratorium yang terkalibrasi dan metode penelitian yang digunakan.

Untuk memenuhi persyaratan BSN 01-1991 atau ISO-9002, perlu dilakukan penelitian dan

pengujian terhadap suatu bahan untuk memperoleh data base, sehingga nantinya dapat dipakai sebagai dasar dalam melayani masyarakat yang memerlukan jasa analisis dengan teknik tersebut.

Pada penelitian ini akan dilakukan analisa kandungan unsur Nitrogen (N), Fosfor (P) dan Kalium (K) dengan metode Analisis Pengaktifan Neutron Cepat (APNC) dan unsur Kalium (K) dengan metode Analisis Pengaktifan Neutron (APN). Teknik analisis ini ditemukan oleh seorang ahli berkebangsaan Hongaria bernama George Hevesy pada tahun 1936. Penemuan ini dimulai ketika ia menentukan *dysprosium* dalam cuplikan *yttrium* dengan cara menembaki cuplikan tersebut dengan neutron yang berasal dari sumber Ra-Be sehingga menjadi radioaktif.

Perbedaan mendasar dari APNC dan APN yaitu pada jenis neutron yang digunakan untuk menembaki unsur yang akan diuji. APNC menggunakan neutron cepat, sedangkan APN menggunakan neutron thermal. Perbedaan hasil analisis dari kedua metode aktivasi neutron tersebut terletak pada tingkat tenaga gamma yang dihasilkan, karena unsur yang sama jika diiradiasi dengan tenaga neutron yang berbeda akan menghasilkan spektrum radiasi gamma yang berbeda. Hasil pengujian dari kedua metode tersebut dibandingkan sehingga diperoleh nilai akurasi dan presisi yang terbaik, yang nantinya dapat digunakan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh akreditasi.

Unsur-unsur yang diuji dipilih N, P dan K, karena unsur-unsur tersebut sering ditemukan dalam bahan yang banyak digunakan oleh masyarakat, khususnya dalam bidang pertanian. Pupuk merupakan suatu bahan yang mengandung unsur kimia tertentu yang sangat dibutuhkan oleh tanaman, misalnya pupuk urea mengandung N dan pupuk superfosfat mengandung P yang sangat diperlukan oleh tanaman. Kualitas pupuk yang baik ditentukan oleh ketepatan komposisi kandungan unsur-unsurnya. Pada penelitian ini akan membandingkan hasil pengujian dengan menggunakan metode Analisis Pengaktifan Neutron Cepat (APNC) dan Analisis Pengaktifan Neutron (APN) sehingga diperoleh nilai akurasi dan presisi yang terbaik dari kedua metode tersebut.

## TEORI

### Unsur Nitrogen (N), Fosfor (P) dan Kalium (K)

Nitrogen, fosfor dan kalium termasuk unsur-unsur yang diperlukan tumbuhan dalam jumlah besar atau unsur makro. Nitrogen paling banyak terdapat

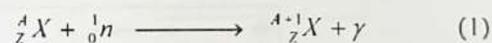
bebas di udara berupa gas tak berwarna, tak berbau, tak ada rasanya, berbentuk molekul diatomik ( $N_2$ ). Nitrogen di udara diikat oleh makhluk hidup dalam bentuk senyawa dan dibebaskan ke alam berupa senyawa dan selanjutnya menjadi nitrogen bebas kembali, yang disebut siklus nitrogen. Fosfor tidak ditemukan dalam keadaan unsur bebas di alam. Sebagian besar unsur fosfor ini diperoleh dalam bentuk kalsium fosfat ( $Ca_3(PO_4)_2$ ). Kalium merupakan unsur logam yang terdapat di alam dalam bentuk senyawa yang stabil.

### Pengertian Neutron

Neutron adalah zarah elementer penyusun inti atom yang tidak mempunyai muatan listrik. Massa diam sebuah neutron  $m_n$  hampir sama dengan massa sebuah proton, yaitu sebesar  $1,67492 \times 10^{-24}$  gram. Cacah neutron dalam inti atom biasanya dilambangkan dengan huruf N.<sup>(3)</sup> Massa neutron lebih besar dari massa gabungan proton dan elektron.

### Analisis Pengaktifan Neutron Cepat (APNC) dan Analisis Pengaktifan Neutron (APN)

Prinsip dasar dari analisis pengaktifan neutron adalah timbulnya radioaktivitas dari sampel sesudah ditembak oleh neutron yang diproduksi oleh sumber neutron. Jika sampel diaktivasi dengan suatu sumber neutron, maka terjadi reaksi penangkapan neutron oleh inti atom, sehingga unsur-unsur tersebut berubah menjadi radioaktif. Secara umum, reaksinya dapat ditulis sebagai berikut<sup>(3,4)</sup>



Hasil reaksi pengaktifan tersebut adalah isotop radioaktif yang memancarkan sinar- $\gamma$  dengan tenaga yang spesifik. Sinar- $\gamma$  yang dipancarkan oleh unsur dalam sampel dianalisis dengan spektrometri- $\gamma$ . Intensitas sinar- $\gamma$  spesifik tersebut sebanding dengan jumlah isotop dalam sampel. Analisis kualitatif dilakukan berdasarkan energi sinar- $\gamma$  yang dipancarkan, dapat digunakan untuk menentukan jenis unsur yang terbentuk dan reaksi yang terjadi. Sedangkan analisis kuantitatif dilakukan dengan mengukur intensitas sinar- $\gamma$ .

Akibat aktivasi neutron pada cuplikan, kandungan unsur dalam cuplikan menjadi radioaktif. Karena pada saat yang sama radionuklida yang terbentuk tersebut meluruh, maka laju bersih pembentukan radionuklida merupakan selisih antara laju produksi total dengan laju peluruhannya. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\frac{dn}{dt} = \left( \frac{dn}{dt} \right)_{\text{produksi}} - \left( \frac{dn}{dt} \right)_{\text{peluruhan}} = \Phi \sigma N_T - \lambda n \quad (2)$$

dengan :

- $n$  = jumlah nuklida yang terbentuk
- $\Phi$  = fluks neutron (neutro per  $\text{cm}^2$  detik)
- $\sigma$  =ampang lintang reaksi ( $\text{cm}^2$ )
- $N_T$  = jumlah nuklida sasaran
- $\lambda$  = tetapan peluruhan radionuklida yang terbentuk

Untuk memperoleh informasi maksimum pada analisis unsur sengaja diberikan waktu tunda sebelum dilakukan pencacahan. Waktu tunda ini lazim disebut sebagai waktu pendinginan (*cooling time*). Pada Gambar 1 diberikan diagram waktu aktivasi neutron.

Aktivitas radionuklida pada saat  $t_d$  setelah berakhirnya aktivasi adalah :

$$A_d = A_{ir} e^{-\lambda t_d} = \Phi \sigma N_T (1 - e^{-\lambda t_{ir}}) e^{-\lambda t_d} \quad (3)$$

Jika sampel teraktivasi selama waktu tak terhingga, besarnya radioaktivitas tidak berubah, sehingga dapat dikatakan bahwa radioaktivitas telah mencapai kejenuhan. Aktivasi akan mencapai keadaan jenuh jika sampel diaktivasi selama kurang lebih lima kali waktu paruhnya.

Jumlah cacah kejadian peluruhan selama waktu pencacahan  $t_c$  adalah :

$$C = \int_0^{t_c} k A_d e^{-\lambda t} dt$$

$$= k \frac{\Phi \sigma N_T}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t_{ir}}) e^{-\lambda t_d} (1 - e^{-\lambda t_c}) \quad (4)$$

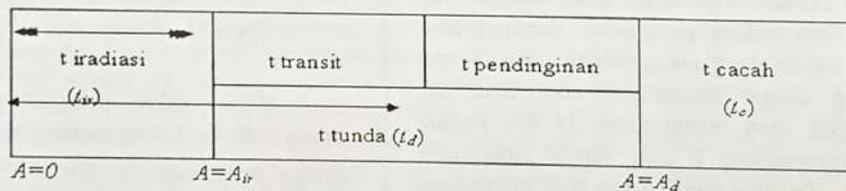
dengan  $k = \epsilon Y$  adalah tetapan yang mengandung faktor efisiensi detektor ( $\epsilon$ ) dan prosentasi peluruhan gamma yang disebut gamma yield ( $Y$ ).

Sehingga persamaan (4) dapat ditulis :

$$C = \frac{m N_A}{B_A} a \frac{\Phi \sigma Y \epsilon}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t_{ir}}) e^{-\lambda t_d} (1 - e^{-\lambda t_c}) \quad (5)$$

Persamaan (5) tersebut adalah persamaan dasar dari aktivasi neutron.

Suatu laboratorium yang dinyatakan terakreditasi atau telah memiliki sertifikat hasil uji dari BSN (Badan Standardisasi Nasional), memberikan jaminan kepada pemakai jasa laboratorium bahwa hasil uji yang dihasilkan mempunyai nilai akurasi dan presisi yang baik. Validitas suatu hasil pengujian atau pengukuran dinyatakan dengan nilai akurasi dan presisi. Nilai akurasi dan presisi menyatakan mutu hasil pengukuran atau pengujian. Akurasi (ketelitian) merupakan suatu harga yang mana suatu pembacaan instrumen mendekati suatu harga sebenarnya dari variabel yang diukur. Semakin kecil nilai akurasi, semakin baik ketelitian pengukuran.



Gambar 1. Diagram waktu pada analisis pengaktifan neutron.

$$\text{Akurasi} = \left| \frac{W_{\text{perhitungan}} - W_{\text{seungguhnya}}}{W_{\text{seungguhnya}}} \right| \times 100\%$$

Presisi (keseksamaan) merupakan suatu ukuran kemampuan untuk mendapatkan hasil pengukuran yang serupa. Untuk suatu harga tertentu bagi suatu variabel, presisi merupakan suatu ukuran tingkatan yang menunjukkan perbedaan hasil pengukuran pada pengukuran-pengukuran yang dilakukan secara berturut-tan.

$$\text{Presisi} = 100\% - \text{ralat relative.}$$

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan Penelitian

#### Alat Penelitian

- a. Untuk APNC
  1. Seperangkat Generator Neutron
  2. Seperangkat Spektrometri - $\gamma$
  3. Stopwatch
  4. Plastik klip dan neraca digital

## b. Untuk APN

1. Fasilitas iradiasi Reaktor Kartini dengan proses lazy susan
2. Seperangkat Spektrometri  $\gamma$
3. Plastik klip dan neraca Ohaus

**Bahan Penelitian**

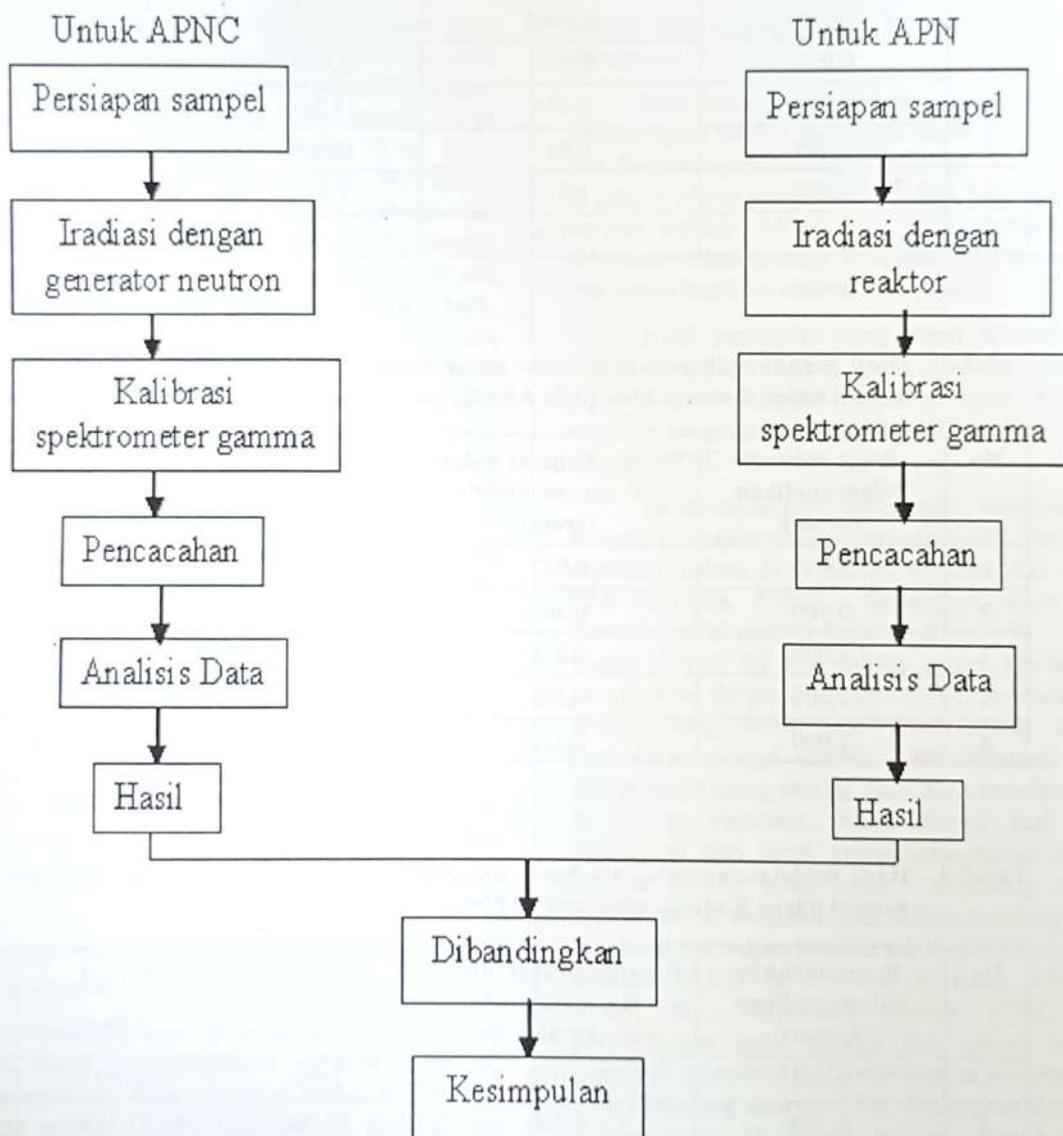
## a. Untuk APNC

1. Sumber standar, yaitu Cesium-137 dan Cobalt-60

2. Sampel standar, yaitu Al untuk menghitung fluks neutron, dan Bovin / BRS
3. Sampel unsur N, P, K

## b. Untuk APN

1. Sumber standar, yaitu Eu-152
2. Sampel standar Brs
3. Cuplikan K

**Skema Penelitian**

Gambar 2. Skema Penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kualitatif pada APNC mengidentifikasi unsur N pada cuplikan sampel unsur N, unsur P pada cuplikan sampel unsur P dan unsur K pada cuplikan sampel unsur K. Analisis kualitatif pada APN mengidentifikasi unsur K pada cuplikan sampel unsur K. Analisis kuantitatif Untuk unsur N dan P dilakukan secara nisbi dengan

menggunakan suatu sampel standar *Bovine Liver* SRM 1577b. Analisis kandungan unsur K dalam cuplikan sampel unsur K dilakukan dengan menggunakan sampel standar BRS (*Buffalo River Sediment*) SRM 2704. Dari hasil penelitian dan perhitungan dengan menggunakan metode APNC dan APN dapat diperoleh hasil seperti disajikan pada Tabel 1 sampai Tabel 4.

Tabel 1. Hasil perhitungan rata-rata berat unsur N yang terkandung dalam cuplikan sampel unsur N secara nisbi pada APNC.

No	Berat unsur N dalam cuplikan (gram)	Rata-rata berat unsur N secara nisbi (gram)	Akurasi (%)	Presisi (%)
1	0,050	0,051	2,000	90,300
2	0,500	0,434	13,200	97,003
3	1,000	0,867	13,300	97,706
4	1,500	1,537	2,466	99,070
5	2,000	2,126	6,300	98,073

Tabel 2. Hasil perhitungan rata-rata berat unsur P yang terkandung dalam cuplikan sampel unsur P secara nisbi pada APNC.

No	Berat unsur P dalam cuplikan (gram)	Rata-rata berat unsur P secara nisbi (gram)	Akurasi (%)	Presisi (%)
1	0,050	0,047	6,000	98,283
2	0,500	0,463	7,400	99,303
3	1,000	0,816	18,400	99,543
4	1,500	1,543	2,866	99,813
5	2,000	2,232	11,600	99,716

Tabel 3. Hasil perhitungan rata-rata berat unsur K yang terkandung dalam cuplikan sampel unsur K secara nisbi pada APNC.

No	Berat unsur K dalam cuplikan (gram)	Rata-rata berat unsur K secara nisbi (gram)	Akurasi (%)	Presisi (%)
1	0,050	0,049	2,000	95,047
2	0,500	0,362	27,600	97,313
3	1,000	1,056	5,600	98,403
4	1,500	1,533	2,200	98,843
5	2,000	1,909	4,550	99,313

Tabel 4. Hasil perhitungan rata-rata berat unsur K yang terkandung dalam cuplikan sampel unsur K secara nisbi pada APN.

No	Berat unsur K dalam cuplikan (gram)	Rata-rata berat unsur K secara nisbi (gram)	Akurasi (%)	Presisi (%)
1	0,050	0,043	14,000	92,593
2	0,100	0,080	25,000	94,613
3	0,200	0,159	20,500	96,113
4	0,300	0,217	27,667	96,620
5	0,400	0,284	29,000	97,097

Penelitian yang baik adalah penelitian yang mempunyai nilai akurasi (ketelitian) kecil dan nilai presisi (keseksamaan) besar. Pada pengujian dengan metode APN, akurasi yang baik adalah harga persennya kecil, yaitu lebih kecil dari 10 %. Nilai akurasi dan presisi hasil pengujian unsur N, P dan K dengan metode APNC dan APN ditunjukkan oleh Tabel.1 sampai Tabel.4. Dari tabel tersebut terlihat bahwa pengujian yang telah dilakukan tersebut ada yang mempunyai nilai akurasi yang kurang baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pengujian kandungan unsur N, P dan K dalam cuplikan dengan metode APNC dan APN adalah : kelimpahan relatifnya, tampang lintangnya, reaksi inti yang terjadi dan yang paling utama seberapa besar paruhnya. Hasil pencacahan sangat dipengaruhi oleh komposisi sampel, adanya reaksi antara neutron dengan unsur lain yang tidak dikehendaki dalam cuplikan. Pada APNC, fluks neutron yang dihasilkan tergantung pada : Kondisi pengoperasian generator neutron, seperti kestabilan tegangan, fluktuasi arus deuteron dan umur target. Penentuan secara nisbi atau relatif mengurangi kesalahan-kesalahan sistematis dari data nuklir, karena data nuklir tidak mempengaruhi hasil perhitungan. Tetapi sampel standar yang digunakan harus mempunyai matrik yang sama atau hampir sama dengan sampel yang akan ditentukan kadar salah satu unsurnya.

#### **Perbandingan Hasil Pengujian Unsur N, P dan K dengan metode APNC dan APN**

Pengujian unsur N, P dan K dengan metode APNC dapat mengidentifikasi unsur N, P dan K dalam cuplikan. Pada pengujian unsur N, P dan K dengan metode APN hanya dapat diidentifikasi unsur K dalam cuplikan. Hal ini disebabkan aktivasi neutron dengan menggunakan reaktor sebagai sumber neutron tidak dapat dipakai untuk menganalisis unsur-unsur dengan nomor atom kecil

(nomor atom ringan), seperti Nitrogen, Oksigen dan sebagainya.<sup>(3)</sup>

Oleh karena itu, hasil pengujian yang dapat dibandingkan adalah pengujian unsur K. Pada uji-*t test* dilakukan perbandingan terhadap rata-rata berat K pada cuplikan yang diperoleh dari hasil pengujian dengan metode APNC dan APN. Perbandingan dilakukan terhadap unsur K dengan berat sesungguhnya dalam cuplikan sebesar 0,05 gram.

Hasil pengujian yang dapat dibandingkan adalah pengujian unsur K, pada uji-*t test* dilakukan perbandingan terhadap rata-rata berat K pada cuplikan yang diperoleh dari hasil pengujian dengan metode APNC dan APN.

Berdasarkan uji-*t test* tersebut, rata-rata berat K hasil pengujian dengan metode APNC dan APN diperoleh bahwa nilai akurasi berkisar dari 2 % - 27,6 % untuk APNC. Sedangkan untuk APN diperoleh nilai akurasi berkisar dari 14 % - 29 %. Harga akurasi ini bila dilihat secara keseluruhan pengukuran dengan metode APNC menunjukkan akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan pengukuran dengan metode APN, walaupun kalau dilihat dari masing-masing pada hasil rata-rata berat K 0,5 gr mendekati hasil akurasi dari APN. Sedangkan dari hasil presisi pengukuran dengan metode APNC lebih besar dibanding dengan metode APN, walaupun bila dilihat dari harga rata-rata berat perbedaan tersebut tak berbeda nyata yaitu berkisar 92,593 % - 97,097 % untuk APN dan 95,047 % - 99,99,313 % untuk APNC. Dari perbandingan hasil akurasi dan presisi tersebut diperoleh metode APNC mempunyai kualitas lebih baik dibanding metode APN. Sedangkan dari hasil analisa unsur N dan P dengan metode APNC diperoleh hasil akurasi berkisar dari (2 - 13,3) % dan presisi (90,3 - 99,070) %. Sedangkan untuk P akurasi (2,866 - 16,4) % dan presisi (98,283 - 99,813) %.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan uraian pembahasan, dapat diambil kesimpulan bahwa dengan analisis kuantitatif secara nisbi diperoleh hasil sebagai berikut :

- a. Hasil pengujian dengan metode APNC :
  1. Nilai akurasi untuk unsur N adalah 2,000 % - 13,300 %, dan nilai presisi untuk unsur N adalah 90,300 % - 99,070 %.
  2. Nilai akurasi untuk unsur P adalah 2,866 % - 18,400 %, dan nilai presisi untuk unsur P adalah 98,283 % - 99,813 %.
  3. Nilai akurasi untuk unsur K adalah 2,000 % - 27,600 %, dan nilai presisi untuk unsur K adalah 95,047 % - 99,313 %.
- b. Hasil pengujian dengan metode APN :  
 Nilai akurasi untuk unsur K adalah 14,000 % - 29,000 %, dan nilai presisi untuk unsur K adalah 92,593 % - 97,097 %

## DAFTAR PUSTAKA

1. BSN, *Buku panduan konvensi Nasional Standar dan Penelitian Keşesuaian*, BSN, 1999.
2. BSN, *Syarat dan Aturan dalam Sitem Akreditasi Laboratorium*, Dewan Standar-disasi Nasional , Pedoman 29, 1995,
3. WISNU SUSETYO. *Spektrometri Gamma*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press, 1998.
4. BEISER, ARTHUR, THE HOUW LIONG, *Konsep Fisika Modern*, Edisi ke-4, Jakarta : Erlangga, 1987.
5. MARTHEN KANGINAN, *Fisika SMU Jilid 2C*. Jakarta : Erlangga, 1996.
6. ERDTMANN, GERHARD, *Neutron Activation Tables*, Kernchemie in Einzeldarstellungen Volume 6, New York : Weinheim, 1976.
7. NARGOLWALLA, *Activation Analysis With Neutron Generator*, New York : John Willey & Sons, 1973.

## TANYA JAWAB

**Liliana**

- Dalam kesimpulan dikatakan metoda APNC lebih teliti dari APN. Apakah hal tersebut berlaku untuk

semua unsur? Kalau tidak mohon disebutkan unsur apa saja?

**Elin N.**

- Pada penelitian ini unsur yang digunakan atau diamati hanya N, P dan K. Dari hasil yang diperoleh khususnya unsur K ketelitian yang diperoleh dengan metode APNC : Nilai akurasi K = 2,000 % - 27,600 %; Presisi unsur K = 95,047 % - 99,313 %. Sedang dengan metoda APN diperoleh nilai akurasi 14,000 % - 29,000% dan Presisi unsur K = 92,593 % - 97,097 %. Jadi pada saat ini saya belum dapat mengatakan secara keseluruhan bahwa metode APNC lebih baik, karena baru 3 unsur yang diamati. Dari ke 3 unsur tersebut hanya unsur K saja yang dapat dibandingkan, karena di APN unsur N dan P tidak dapat teramati.

**Sri Sulamdari**

- Apakah artinya memiliki nilai akurasi 2,6% - 14%.

**Elin N.**

- Nilai akurasi 2,6 % - 14 % artinya ketelitian dari alat/metode APNC yang digunakan 2,6 % - 14 %. Catatan : akurasi (ketelitian) suatu harga yang mana suatu pembacaan instrumen mendekati suatu harga yang sebenarnya dari variabel yang diukur.

**Heni S.**

- Keunggulan kekurangan baik metode analisis APNC dan APN?
- Pada penelitian ini hanya unsur N, P dan K yang dianalisis, bagaimana dengan unsur lain?

**Elin N.**

- Keunggulan metode APNC yaitu : dapat mengamati unsur dengan no atom ringan kecuali unsur C, H dan O : Cara mengujinya tidak merusak; Wujud sampelnya bisa cair, padat dan serbuk. Kekurangannya : Tidak dapat mengamati unsur C, H dan O; Biaya operasi mahal.
- Keunggulan metode APN : Biaya operasi lebih murah; Cocok untuk unsur yang umur paro panjang; Dalam sekali operasi bisa 40 sampel diamati. Kekurangan : Ujinya bisa merusak (contohnya apabila sampel logam dan ukurannya besar, maka biar masuk ke ampul tempat sampel logam tersebut arus dipotong).