

PENENTUAN KADAR UNSUR DI DALAM DAUN KRENYU DENGAN METODE ANALISIS NEUTRON CEPAT

WIDARTO*, ZAINUL KAMAL*, SUROSO**

* Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan
Jl. Babarsari Kotak Pos 1008

DI Yogyakarta 55010 Telp (0274) 488435

** Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir (STTN) - BATAN
Jl. Babarsari Kotak Pos 1008

Sleman 55010, DI Yogyakarta Telp (0274) 489716

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan unsur yang terkandung di dalam daun krenyu (*Chromolaena sp.*). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Analisis Aktivasi Neutron Cepat (AANC) yang didasarkan pada reaksi neutron dengan inti. Inti atom unsur yang berada di dalam cuplikan akan menangkap neutron dan berubah menjadi radioaktif dengan memancarkan sinar gamma. Sinar gamma yang dipancarkan menyingkapkan data kualitatif dan kuantitatif unsur dalam cuplikan karena sinar gamma memiliki energi karakteristik untuk setiap unsur radionuklida sehingga dapat diidentifikasi dengan tehnik spektroskopi gamma. Hasil penelitian menunjukkan di dalam daun krenyu kadar unsur makrohara untuk N sebesar 3,62%-11,2%, K 0,89%-1,89%, Ca 1,16%-5,34% dan Mg 0,31%-7,03% sedang unsur mikrohara untuk Mn 0,0039%-0,0244%, Fe 0,0085%-0,039%, Na 0,00079%-0,0023%.

Kata kunci: daun krenyu, unsur makro dan mikro, aktivasi neutron

Abstract

This research was aimed to determined the elements in krenyu (*Chromolaena sp.*) leaf buy using neutron activation analysis which based neutron reaction produced radioactive substance which can emitted gamma radiation. It has specifically each radioactive substance because it has specific energy which can detected by gamma spectroscopy. Research results were obtained that in krenyu leaf were found macro hara element for N 3,62%-11,2%, K 0,89%-1,89%, Ca 1,16%-5,34% and Mg 0,31%-7,03% beside mikrohara element for Mn 0,0039%-0,0244%, Fe 0,0085%-0,039%, Na 0,00079%-0,0023%.

Keywords: krenyu leave, macro and micro element, neutron activation

PENDAHULUAN

Analisis Neutron Cepat telah digunakan untuk kegiatan analisis cuplikan geologi, industri, kedokteran, dan pertanian. Lahan pantai pasir Samas saat ini menjadi perhatian Pemda DIY, lahan yang berjarak \pm 600 m dari garis pantai oleh penduduk setempat telah diolah dengan dicampur tanah liat dan pupuk kandang maupun pupuk hijau yang digunakan sebagai sumber unsur hara. Salah satu pupuk hijau adalah pupuk daun krenyu (*Chromolaena sp.*) yang terdiri dari daun krenyu sebagai bahan pokok dicampur dengan kapur dolomit, bekatul,

tetes tebu, dan urea. Pupuk daun krenyu juga pernah digunakan untuk memupuk tanaman bawang merah, jagung manis, dan kacang tanah di lahan pasir^[5].

Tumbuhan krenyu adalah tumbuhan jenis *Chromolaena* yang memiliki ciri batang beruas, daun bertulang serta 1 sampai 5. Salah satu jenis jenis *Chromolaena* adalah *Chromolaena odorata* sebagai tumbuhan rumput-rumputan yang melimpah, meskipun tidak disukai binatang *Chromolaena* sangat mebanu dalam memicu pertumbuhan jenis tumbuhan lain di lahan kering, tumbunan ini juga cepat tumbuh, kaya dengan kandungan biomasa serta unsur

hara serta berkemampuan mendekomposisi dengan cepat.

Pengaruh terbesar dari tumbuhan ini adalah menutup tanah, ditemukan secara luas lahan marginal termasuk lahan pasir, sangat adaptif dan dapat menjanjikan dalam penyediaan pupuk hijau secara berkesinambungan.

Berdasarkan manfaat pupuk daun krenyu tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui jenis dan kadar unsur yang terkandung di dalam daun krenyu dengan menggunakan metode Analisis Aktivasi Neutron (AAN).

Saat ini telah dikenal beberapa metode analisis unsur, diantaranya analisis neutron cepat (ANC) yang memiliki sensitivitas yang lebih tinggi dibanding metode lainnya (gravimetri, kalorimetri, spektrografi, dan spektroskopi massa)^[1].

Analisis Neutron Cepat didasarkan pada pengetahuan dan teknologi nuklir yang melibatkan reaksi radioaktivitas dan pengukuran aktivitas sinar- γ dengan menggunakan spektrometer gamma. Pada layar spektrometri gamma akan ditampilkan spektrum radiasi gamma yang muncul pada beberapa nomor salur yang berlainan^[2,3]. Data tampilan spektrum tersebut dapat dipakai untuk menganalisis unsur-unsur yang terkandung dalam sampel secara kualitatif maupun kuantitatif. Setiap unsur radioaktif memancarkan radiasi dengan energi yang berbeda-beda sehingga analisis kualitatif dapat dilakukan dengan cara menentukan nomor salur munculnya spektrum radiasi gamma. Sedangkan analisis kuantitatif dilakukan berdasarkan pencacahan sehingga diperoleh cps dan untuk menghitung massa sampel dipergunakan cps_0 ^[4] yang dinyatakan dengan persamaan:

$$cps_0 = cps_t \cdot e^{0,693t/T} \quad (1)$$

dengan:

- cps_t = cps yang diketahui dari pencacahan.
- cps_0 = cps saat aktivasi dihentikan ($t = 0$)
- t = waktu tunda yaitu waktu dari akhir aktivasi sampai dengan waktu pencacahan.
- T = waktu paruh unsur

Kadar dalam cuplikan dapat diketahui dengan membandingkan laju cacah menggunakan persamaan berikut:

$$m_{cupl} = \frac{(cps_0)_{cupl}}{(cps_0)_{std}} \cdot m_{std} \quad (2)$$

dengan:

- m_{cupl} = massa cuplikan
- m_{std} = massa cuplikan standar
- $(cps_0)_{cupl}$ = cps dari cuplikan
- $(cps_0)_{std}$ = cps dari cuplikan standar

Kalibrasi Spektrometer Gamma

Sebelum digunakan untuk analisis perlu dilakukan kalibrasi terhadap spektrometer gamma yang dilakukan dengan jalan mencacah sumber standar yaitu sumber yang telah diketahui tingkat tenaga karakteristik gamma, dalam hal ini digunakan Eu 152.

Kalibrasi Tenaga

Kalibrasi tenaga diperlukan untuk mencari hubungan antara tenaga dan nomor saluran yang dinyatakan dengan rumus:

$$y = ax + b \quad (3)$$

dengan:

- y = tenaga
- x = nomor salur

Jika ordinat y adalah tenaga dan absis x adalah nomor salur maka dengan pengukuran puncak gamma dapat ditentukan nilai slope a dan titik potong intersep b dengan persamaan:

$$a = \frac{\sum Xi \cdot Yi - \frac{\sum Xi \cdot \sum Yi}{n}}{\sum Xi^2 - \frac{(\sum Xi)^2}{n}} \quad (4)$$

$$b = \frac{\sum Yi}{n} - a \frac{\sum Xi}{n} \quad (5)$$

Kalibrasi Efisiensi

Dari hasil kalibrasi tenaga didapatkan luas puncak serapan total yang menunjukkan jumlah cacah rasio nuklida yang terkandung dalam suatu puncak gamma. Jika dari luas puncak serapan tersebut yang dipakai untuk

menentukan efisiensi maka dengan sendirinya nilai intensitas mutlak tenaga adalah (Y)E sebagai konsekuensinya efisiensi deteksi juga merupakan fungsi tenaga $\% \varepsilon (E)$

$$\% \varepsilon (E) = \frac{\text{cps}}{\text{dps} \cdot Y(E)} \cdot 100. \% \quad (6)$$

$$\text{Cps} = \frac{\text{Luas.Puncak.Serapan.Total}}{\text{Waktu.Pencacahan}} \quad (7)$$

Dengan:

- Cps = laju cacah pada saat t detik
- Dps = aktivitas sumber standar Eu 152
- YE = Yield atau intensitas mutlak didapat dari tabel tenaga radionuklida

Kurva kalibrasi efisiensi diperoleh dari plot efisiensi tenaga dengan memakai persamaan garis regresi linier $ax + b$, a dan b dicari menurut persamaan dengan harga y adalah log efisiensi sedangkan x adalah log tenaga.

Pencacahan

Pencacahan dilakukan dengan menggunakan perangkat Spektrometer Gamma dan setiap data pencacahan kemudian dianalisis untuk menghitung kadar unsur dalam sampel.

BAHAN DAN ALAT

Bahan

Bahan yang digunakan sumber standar Eu-152, sampel standar SRM Apple dan sampel daun krenyu.

Alat

Alat yang digunakan adalah neraca elektronik, mangkok tumbuk, penumbuk,

ayakan, Generator Neutron Sames J-25 dengan tegangan pemercepat 110 kV. Seperangkat spektrometer gamma terdiri: detektor HPGe model GMX-20190 buatan Ortec dengan tingkat kemurnian 10^6 atom/m³, sumber tegangan tinggi (HV) Ortec model 659, penguat awal, produksi Canberra Industries Inc., Accuspec, produksi Canberra, model A-N0-NSIC-A70-3004 dan PC/AT sebagai MCA, komputer dan stopwatch, untuk mencatat waktu iradiasi, waktu tunda, dan waktu pencacahan.

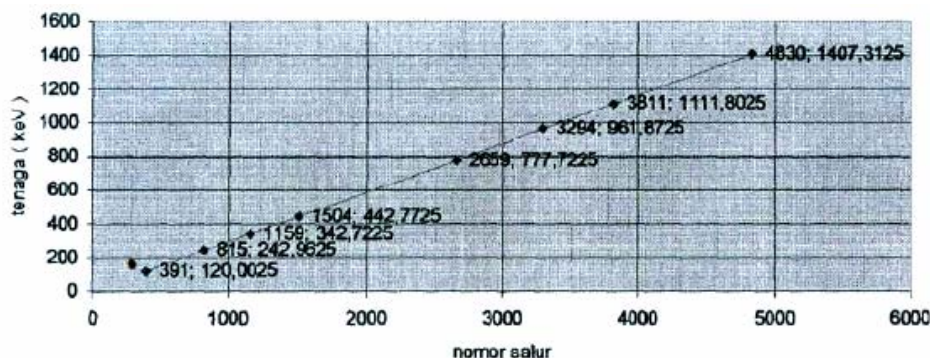
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kalibrasi dilakukan dengan mencacah sumber Eu 152 sebagai sumber multi gamma, pengukuran banyak puncak dilakukan secara serempak sesuai dengan jangka waktu yang diamati, apabila dibuat grafik tenaga sinar gamma standar terhadap salur puncak serapan total maka didapat garis lurus seperti pada Gambar 1.

Hasil perhitungan memberi harga slope 0,290 dan titik potong intersep 6,6125 sehingga persamaan menjadi $y = 0,290x + 6,6125$ dengan kelinieran sebesar 0,9999 yang menyatakan bahwa alat dalam kondisi baik dan siap digunakan.

Kalibrasi Efisiensi

Hasil pencacahan menunjukkan harga efisiensi dengan persamaan kalibrasi efisiensi $y = -0,807x + 4,168$ dengan $r = 0,9976$ mendekati 1 yang berarti alat dalam kondisi baik untuk analisis. Setelah didapat harga tenaga kemudian dicocokkan dengan tabel isotop sehingga diketahui unsur yang terdapat di dalam sampel.



Gambar 1. Grafik Kalibrasi Tenaga

Hasil Analisis Kualitatif

Analisis kualitatif dilakukan berdasarkan besarnya energi sinar gamma dari radionuklida yang terbentuk dan dengan cara tersebut dapat diketahui unsur-unsur yang tetap di dalam daun krenyu. Hasil analisis kualitatif disajikan dalam Tabel 1.

Analisis Kuantitatif

Berbeda dengan analisis kualitatif yang didasarkan pada puncak dengan intensitas absolut tertinggi, analisis kuantitatif dilakukan berdasarkan pada aktifitas sinar gamma. Aktifitas merupakan jumlah sinar gamma per satuan waktu yang dipancarkan. Aktifitas sinar gamma yang dipancarkan sebanding dengan jumlah/konsentrasi unsur dalam cuplikan. Oleh karena itu dengan analisis kuantitatif, telah diketahui massa serta kadar unsur dalam daun krenyu.

Hasil analisis kuantitatif unsur yang terdapat di dalam daun krenyu disajikan dalam Tabel 2.

PEMBAHASAN

Dari hasil analisis unsur yang disajikan dalam Tabel 1 dalam daun krenyu teridentifikasi 10 unsur. Unsur mikrohara atau unsur kelumit yang teridentifikasi adalah Mo, Mn, Fe, Na, dan Si, sedangkan unsur makrohara yang teridentifikasi adalah P, Mg, Ca, K, dan N. Unsur mikrohara dibutuhkan tanaman pada konsentrasi 1000 mg/g bahan kering, sedangkan unsur mikrohara dibutuhkan dalam jaringan pada konsentrasi 100 mg/g. bahan kering.

Dari tabel 2 diketahui nitrogen adalah unsur yang paling banyak terkandung di dalam daun, hal ini disebabkan karena sampel tersebut diambil dari lahan yang sedang diolah dengan banyak pemupukan. Pemupukan pada lahan tersebut berpengaruh terhadap unsur N yang diserap tumbuhan krenyu. Kadar masing-masing unsur dalam sampel terdapat dalam tabel 2, kecuali unsur Si dan P yang belum dapat ditentukan karena standar Apple tidak mengandung Si dan P sebagai pembanding.

Tabel 1. Unsur-Unsur Yang Teridentifikasi dalam Daun Krenyu

No	Sampel	Energi(KeV)	Unsur yang teridentifikasi		
1	Sampel 1	447,60	Na		
		512,29	N		
		570,68	Mg		
		616,38	Mo		
		1130,09	Ca		
		1260,09	Si		
		1510,57	Mn		
		1656,85	K		
		1761,71	P		
		2	Sampel 2	370,77	Fe
439,72	Na				
514,12	N				
618,88	Mo				
1135,64	Ca				
1639,96	K				
1779,75	P				
3	Sampel 3			355,84	Fe
				434,66	Na
				512,70	N
		579,32	Mg		
		609,87	Mn		
		1116,32	Ca		
		1272,30	Si		
		1536,40	Mn		
		1768,18	P		
		4	Sampel 4	364,49	Fe
450,54	Na				
508,88	N				
579,54	Mg				
1549,21	Mn				
1774,75	P				
5	Sampel 5			372,83	Fe
				438,74	Na
				515,59	N
				581,53	Mg
		1125,69	Ca		
		1530,48	Mn		
		1641,83	K		
		6	Sampel 6	372,21	Fe
				433,33	Na
				510,03	N
616,41	Mo				
1127,73	Ca				
1273,66	Si				
1528,00	Mn				
1642,51	K				
1778,66	P				

Tabel 2. Kadar Unsur dalam Daun Krenyu

No	Sampel	Berat Cuplikan (g)	Unsur	Kadar Unsur dalam cuplikan
1	Sample 1	1,77536	Na	(41,74547 ± 7,67523) µg
			N	(0,21313 ± 0,09691)g
			Mg	(0,05063 ± 0,00186)g
			Mo	(0,20099 ± 0,03176) µg
			Ca	(0,02127 ± 0,00440)g
			Mn	(70,01453 ± 10,77032) µg
2	Sampel 2	1,11648	K	(0,03306 ± 0,01084)g
			Fe	(9240,40995 ± 8,90656) µg
			Na	(25,29782 ± 5,64434) µg
			N	(0,07421 ± 0,00321) g
			Ca	(0,01298 ± 0,001420) g
			K	(0,01805 ± 0,00805) g
3	Sampel 3	1,65888	Mo	(0,08211 + 0,00773) µg
			Fe	64,1257 + 29,52734 ug
			Na	43,82321 + 6,94518 ug
			N	0,06025 + 0,0236 g
			Mg	90,0526 + 0,0068 ug
			Mn	321,92307 + 32,9190 ug
4	Sampel 4	1,52795	Fe	463,7188 + 6,33735ug
			Na	17,82827 + 0,64576 ug
			N	0,009918 + 0,00801g
			Mg	0,10742+ 0,02661 g
			Ca	0,08162 + 0,03900 g
			Mn	159,73653 + 21, 58703 ug
5	Sampel 5	1,49473	Mo	0,31076 + 0,02371 ug
			Fe	168,55052 + 10,78155 ug
			Na	11,88579 + 0,9222 ug
			N	0,05418 + 0,00551 g
			Mg	0,00472 + 0,00104 g
			Ca	0,05224 + 0,0010489 g
6	Sampel 6	1,79668	K	0,01802 + 0,00196 g
			Mn	161,67665 + 10,77032 ug
			Fe	85,4369 + 8,55339
			Na	40,66418 + 3,24221 ug
			N	0,08152 + 0,00527 G
			Ca	0,04281 + 0,00474 G
			Mn	93,16901 + 4,09831 UG
			K	0,01611 + 0,00164 G
			Mo	0,23392 + 0,01527ug

Unsur yang juga terdapat di dalam daun krenyu adalah besi meskipun tergolong unsur mikro. Besi sangat esensial karena merupakan bagian dari enzim tertentu dan bagian dari berbagai protein yang membawa elektron dalam proses respirasi. Daun krenyu sebagai bahan pupuk juga mengandung unsur mangan yang diserap sebagai ion, mangan juga berperan dalam struktur sistem membran kloroplas dan salah satu perannya adalah pada fotosintesis. Hasil analisis juga menunjukkan daun krenyu mengandung molibdat yang dibutuhkan dalam jumlah kecil dan belum diketahui dalam bentuk

apa diserap. Molibdenum merupakan unsur mikro dengan kadar yang paling kecil. Unsur lain yang teridentifikasi adalah pospor yang diserap sebagai ion yang tersebar dengan mudah dari organ yang satu ke organ yang lain, pospor juga merupakan unsur esensial yang berperan dalam sintesis nukleotida dan metabolisme energi. Unsur lain yang teridentifikasi adalah silikon yang diserap sebagai asam silikat yang sebagian besar ditimbun sebagai polimer silika amorf yang terhidrasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Persamaan kalibrasi efisiensi adalah $Y = -0,8607 x + 4,18$ sedangkan persamaan kalibrasi tenaga adalah $y = 0,290 x + 6,6125$.
2. Secara kualitatif di dalam daun krenyu terdapat unsur makro N, P, K, Mg, dan Ca dan sebagai unsur mikro adalah Fe, Na, Mo, dan Si
3. Secara kuantitatif di dalam daun krenyu terdapat kadar N 3,63%-11,2%; K 89%-1,86%; Ca 1,16%-5,34%; Mg 0,1%-7,03%; Mn 0,0039%-0,0244%; Fe 0,0085%-0,039%; Na 0,00079%-0,003%

DAFTAR PUSTAKA

1. SUNARDI, 2006. "Aplikasi Akselerator Generator Neutron", PTAPB BATAN Yogyakarta
2. SUSETYO, W. 1988, *Spektrometri Gamma dan Penerapannya Dalam Analisis Pengaktifan Neutron*. Gadjah Mada University. Yogyakarta
3. TOROWATI, 2004. "Spektrometri Gamma Untuk Akuntansi Bahan Nuklir". *Urain* No 37/2004
4. WIYATMO, Y., 2006. *Fisika Nuklir Dalam Telaah Semi Klasik dan Kuantum*. Cetakan ke 1 Pustaka Pelajar. Yogyakarta
5. SALISBURY AND ROSS, 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Penerbit ITB. Bandung.

TANYA JAWAB

Pertanyaan

1. Apa beda metode analisis neutron cepat dengan AAN? (Diyah E L)
2. Bagaimana kalau penelitian kadar unsur tersebut digunakan dengan AAN thermal? (Diyah E L)
3. Mengapa hasilnya tidak komunikatif? Ada yang satuannya μg , G, gr? Karena biasanya hasil analisis dinyatakan dalam $\mu\text{g/g}$ atau biasanya mg/kg, mohon penjelasannya! (Elisabeth R)
4. Konsistensi penulisan data dan satuan perlu untuk diperhatikan! (Sony H Sumarsono)

Jawaban

1. Sebenarnya metodenya sama, hanya neutron cepat sumber yang digunakan berasal dari akselerator, sedangkan AAN dari reaktor
2. Tidak bisa, karena unsur-unsur (N,P,K) akan teraktivasi dengan neutron cepat, sedangkan jika menggunakan neutron thermal tidak bisa.
3. Pada dasarnya hasilnya sudah dinyatakan dalam kadar unsure dengan satuan % sudah cukup.
4. Sebenarnya metodenya sama, hanya neutron cepat sumber yang digunakan berasal dari akselerator, sedangkan AAN dari reaktor