

PENENTUAN BEBERAPA UNSUR RUNUTAN DALAM SUSU PERAH DAN SUSU BUBUK DENGAN METODE ANALISIS PENGAKTIFAN NETRON (APN)

H. Muryono¹

INTISARI

Telah dilakukan penentuan beberapa unsur runutan dalam susu perah dan susu bubuk dengan metode Analisis Pengaktifan Netron (APN). Unsur-unsur Fe, Mn, Zn, Br, Cu dan Rb terdapat dalam susu dan mempunyai peranan penting dalam metabolisme tubuh. Cuplikan susu perah, susu bubuk *full cream* dan susu bubuk *instant*, ditimbang dan dimasukkan ke dalam vial polietilin. Susu perah dikeringkan terlebih dahulu di dalam oven sebelum ditimbang dan dimasukkan ke dalam vial. Sebagian cuplikan dan standar diiradiasi netron selama 100 jam di reaktor Triga Mark II Bandung dan sebagian lagi diiradiasi selama 30 menit di reaktor Kartini Yogyakarta. Setelah didinginkan, cuplikan dicacah dengan alat cacah Ge (Li) dengan waktu pencacahan selama 500 detik. Data pencacahan yang diperoleh dihitung dengan metode Guinn. Rata-rata kadar unsur Fe, Mn, Zn, Br, Cu dan Rb dalam cuplikan susu perah 2,84, 0,56, 31,93, 13,89, 0,87 dan 28,51 ppm ; dalam cuplikan susu *full cream* 4,71, 0,51, 36,61, 14,96, 0,93 dan 32,19 ppm ; dalam cuplikan susu *instant* 3,32, 0,41, 35,26, 13,72, 0,76 dan 29,20 ppm.

(Kata kunci: Unsur Runutan, Susu Perah, Susu Bubuk, Metode APN.)

Buletin Peternakan 16: 114-119, 1992

ABSTRACT

The determination of trace elements in cow's milk and powdered cow milk by Neutron Activation Analysis (NAA) were investigated. The role of Fe, Mn, Zn, Br, Cu and Rb in metabolism and nutritive values is well known. Samples of cow's milk, full cream powdered cow's milk and instant powdered cow's milk were weighed and filled into polyethylene vial. Samples of cow's milk were dried in oven before irradiated. A part of samples were irradiated for 100 hours in Triga Mark II reactor at Bandung. Another part of samples were irradiated for 30 minutes in Kartini reactor at Yogyakarta. After cooling, samples were counted with Ge (Li) detector in gamma spectrometer for 500 seconds. Concentration of trace elements were calculated by Guinn method. Averages concentration of Fe, Mn, Zn, Br, Cu and Rb elements in Cow's milk were 2,84, 0,56, 31,93, 13,8, 0,87 and 28,51 ppms ; in full cream powdered cow's milk were 4,71, 0,51, 38,61, 14,96, 0,93 and 32,19 ppms ; in instant powdered cow's milk were 3,32, 0,41, 35,26, 13,72, 0,76 and 29,20 ppms.

(Key Words: Trace elements, Cow's milk powdered, Cow milk, NAA.)

¹ Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta

Pendahuluan

Unsur Fe, Mn, Zn, Br, Cu dan Rb merupakan unsur runutan yang terdapat di dalam susu dan berperan penting dalam proses metabolisme, fisiologis tubuh dan kualitas nutrisi. Fe berperan penting untuk sintesis hemoglobin atau bersenyawa dengan enzim pernapasan dan transport oksigen, misalnya xanthine oksidase. Mn diikat dalam serum menjadi beta-1-globulin dan bentuk-bentuk kompleks transferrin. Mn mengaktifkan sejumlah enzim dan sebagai *cofactor* dalam oksidasi fosforilasi. Zn berperan penting sebagai aktivator dari beberapa metaloenzim, bersenyawa dengan protein dan terdapat dalam sperma atau choroidea dalam mata. Br bersenyawa dengan protein membentuk Br-protein dan terdapat dalam plasma darah dengan kadar 2-5%. Unsur Cu berperan penting sebagai katalisator dalam reaksi oksidasi lemak di dalam tubuh, terikat dalam albumin, asam amino, alpa-2-globulin dan sebagai penyusun beberapa metalotionin. Rb mempunyai peranan penting sebagai aktivator dari beberapa enzim pernapasan seperti dehidrogenase, katalase dan desmolase (Fonali *et al.*; 1987 Grimanis *et al.*, 1979; Bowen, 1972). Unsur-unsur runutan yang terdapat di dalam susu tersebut berasal dari makanan dan minuman yang dikonsumsi oleh sapi perah, dari pestisida dan residunya atau terkontaminasi selama berlangsungnya proses pengolahan dan transportasi (Samuelson, 1966).

Analisis pengaktifan neutron adalah metode analisis yang dapat digunakan untuk analisis unsur-unsur yang terdapat dalam cuplikan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif yang menggunakan sifat-sifat sinar radioaktif yang dipancarkan oleh radionuklida dalam cuplikan yang terbentuk selama proses radiasi neutron di dalam reaktor. Byrne *et al.* (1979) mendapatkan unsur-unsur runutan Mn, Zn, Cu, Fe, As, Cd, Co dan Hg dalam cuplikan air susu ibu (ASI), dengan menggunakan metode APN, dengan waktu iradiasi neutron 5-45 menit dan pada fluks neutron $4 \times 10^{12} \text{ n cm}^{-2} \text{ det}^{-1}$. Sedangkan Grimanis *et al.* (1979) mendapatkan unsur runutan Cr, Co, Cu, Se, Zn, Rb dan As dalam cuplikan ASI, susu bubuk dan bahan makanan bayi formula dengan metode APN. Iradiasinya dilakukan selama 30 menit untuk unsur yang berumur pendek dan 30 jam untuk unsur yang berumur panjang, masing-masing dengan fluks neutron $2,2 \times 10^{13} \text{ n cm}^{-2} \text{ det}^{-1}$. Selanjutnya

Samuelsson (1966) dalam laporannya mendapatkan 26 macam unsur runutan dalam cuplikan susu dan sebagian besar dapat ditentukan dengan metode APN.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar unsur runutan Fe, Mn, Zn, Br, Cu dan Rb dalam cuplikan susu perah dan susu bubuk, baik susu bubuk yang full cream maupun yang *instant*. Data yang diperoleh akan merupakan informasi penting dalam mendukung program peningkatan gizi masyarakat dengan mengetahui data unsur runutan yang terkandung dalam cuplikan susu. Selain itu juga bertujuan untuk menerapkan metode APN untuk analisis unsur-unsur runutan dalam susu.

Materi Dan Metode

Materi Penelitian

1. Susu perah diperoleh dari peternakan sapi perah di daerah Kasihan, Bantul dan di daerah Gamping, Sleman.
2. Susu bubuk *full cream B*, susu bubuk *instant B*, susu bubuk *instant D*, semuanya diperoleh di pasar.
3. Standar susu RM. A-11 dari IAEA, Vienna.
4. Vial polietilin, timbangan analitik, oven, pipet.
5. Reaktor Kartini dengan fluks neutron $10^{11} \text{ n cm}^{-2} \text{ det}^{-1}$.
6. Reaktor Triga Mark II dengan fluks neutron $6,6 \times 10^{12} \text{ n cm}^{-2} \text{ det}^{-1}$.
7. Spektrometer gamma dengan detektor Ge (Li) dan MCA Ortec 7010 dengan 4096 salur.

Metode Penelitian

1. Cuplikan susu perah diuapkan dalam oven suhu 60°C sampai kering.
2. Cuplikan dan standar masing-masing ditimbang 0,1 g dimasukkan ke dalam vial, ditutup rapat dengan dipanaskan menggunakan solder.
3. Sebagian cuplikan diiradiasi dalam reaktor Triga Mark II di Bandung selama 100 jam untuk menentukan unsur Fe dan Rb.
4. Sebagian cuplikan diiradiasi dalam reaktor Kartini di Yogyakarta selama 30 menit untuk menentukan Mn, Zn, Br dan Cu.
5. Setelah didinginkan, cuplikan dicacah dengan detektor Ge(Li) dengan waktu pencacahan selama 500 detik.
6. Data yang diperoleh dihitung dengan metode

TABEL I. DATA UNSUR-UNSUR RUNUTAN DALAM CUPLIKAN SUSU PERAH

Cuplikan	Kelompok	Kadar unsur (ppm)					
		Fe	Mn	Zn	Br	Cu	Rb
Susu perah dari daerah Bantul	1.	2,55	0,33	31,40	13,10	0,76	26,80
		±0,05	±0,01	±1,20	±0,60	±0,04	±0,40
	2.	2,60	0,40	30,45	14,45	0,68	25,95
		±0,10	±0,02	±0,85	±0,55	±0,01	±0,25
	3.	2,75	0,37	31,30	15,35	0,82	27,35
		±0,15	±0,01	±0,70	±0,45	±0,04	±0,55
Susu perah dari daerah Sleman	1.	2,76	0,31	31,88	12,90	0,88	28,72
		±0,18	±0,02	±1,95	±0,89	±0,07	±1,03
	2.	3,03	0,34	33,05	13,50	1,07	32,22
		±0,08	±0,03	±0,85	±0,72	±0,13	±1,68
	3.	3,35	0,33	32,17	14,05	1,04	29,93
		±0,15	±0,04	±0,97	±0,35	±0,05	±1,45
Standar IAEA RM. A-11		3,65	0,38	38,90	14,00	0,80	30,80
		±0,76	±0,08	±2,30	±0,75	±0,16	±6,30

Guinn *et al* (1980), diuji ANOVA nya kemudian dilanjutkan dengan pengujian LSD dengan tingkat kepercayaan 5%.

Hasil Dan Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa susu perah dari daerah Bantul atau Sleman mengandung unsur-unsur Fe, Mn, Zn, Br, Cu dan Rb Tabel I. Susu perah dari daerah Sleman mengandung unsur-unsur Fe, Zn, Cu dan Rb yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan kadar unsur tersebut yang terdapat dalam susu perah dari daerah Bantul. Sebaliknya, kadar unsur-unsur Mn dan Br dalam susu perah dari daerah Sleman lebih rendah kadarnya bila dibandingkan dengan susu perah dari daerah Bantul. Meskipun demikian, secara statistik kedua jenis cuplikan susu perah tersebut tidak menunjukkan beda

yang nyata. Juga bila dibandingkan dengan kadar unsur-unsur dalam standar susu dari IAEA RM. A-11.

Terlihat bahwa baik pada susu *full cream* D maupun *instantnya* terdapat unsur-unsur Fe, Mn, Zn, Br, Cu dan Rb. Rata-rata kadar unsur Fe, Mn, Zn, Br, Cu dan Rb dalam susu *Full cream* D terlihat lebih tinggi kadarnya bila dibandingkan dengan susu *instant* D. Demikian pula jika dibandingkan dengan kadar unsur-unsur tersebut yang terdapat dalam standar susu IAEA RM. A-11. Meskipun demikian, dari analisis statistik menunjukkan bahwa kadar unsur-unsur yang terdapat dalam cuplikan susu *full cream* D dan susu *instant* D, tidak menunjukkan beda yang nyata bila dibandingkan dengan kadar unsur-unsur yang terdapat dalam cuplikan susu standar IAEA. Kecuali untuk unsur-unsur Fe, Zn dan Rb yang terdapat dalam susu *full cream* D, ternyata kadarnya berbeda nyata bila dibandingkan dengan kadar unsur tersebut dalam

TABEL 2. DATA UNSUR-UNSUR RUNUTAN DALAM CUPLIKAN SUSU BUBUK D.

Cuplikan	Kelompok	Kadar unsur (ppm)					
		Fe	Mn	Zn	Br	Cu	Rb
Susu full cream D	1	5,10	0,48	40,62	16,02	0,94	33,96
		±0,12	±0,07	±0,95	±1,02	±0,08	±1,92
	2	4,95	0,42	42,05	15,69	0,97	32,13
		±0,15	±0,05	±1,45	±1,11	±0,09	±1,55
	3	5,25	0,39	41,93	14,65	1,02	32,04
		±0,18	±0,08	±2,07	±0,66	±0,11	±1,07
Susu instant D	1	3,39	0,32	38,64	13,98	0,77	29,75
		±0,27	±0,04	±1,56	±0,87	±0,06	±1,12
	2	3,18	0,31	37,98	12,92	0,71	28,43
		±0,09	±0,05	±1,10	±0,63	±0,07	±1,16
	3	3,20	0,35	39,57	12,86	0,79	31,21
		±0,16	±0,07	±1,07	±0,90	±0,09	±1,24
Standar IAEA RM. A-11		3,65	0,38	38,90	14,00	0,80	30,80
		±0,76	±0,08	±2,30	±0,75	±0,16	±6,30

TABEL 3. DATA UNSUR-UNSUR RUNUTAN DALAM CUPLIKAN SUSU BUBUK B.

Cuplikan	Kelompok	Kadar unsur (ppm)					
		Fe	Mn	Zn	Br	Cu	Rb
Susu full cream B	1	4,92	0,62	34,82	15,21	0,96	32,08
		±0,75	±0,09	±1,45	±1,22	±0,09	±1,51
	2	3,98	0,59	35,12	14,27	0,88	31,92
		±0,87	±0,07	±1,17	±0,97	±0,06	±1,48
	3	4,05	0,58	37,15	13,96	0,80	31,02
		±0,96	±0,05	±1,02	±1,13	±0,08	±1,04
Susu instant B.	1	3,84	0,49	32,80	12,79	0,79	29,20
		±0,33	±0,03	±1,25	±0,76	±0,05	±0,94
	2	3,20	0,52	30,90	13,50	0,75	28,64
		±0,35	±0,04	±1,01	±0,96	±0,08	±0,97
	3	3,10	0,45	31,70	12,98	0,70	27,98
		±0,64	±0,07	±1,02	±0,87	±0,09	±1,13
Standar IAEA RM. A-11		3,65	0,38	38,90	14,00	0,80	30,80
		±0,76	±0,08	2,30	±0,75	±0,16	±6,30

TABEL 4. DATA NUKLIR DARI UNSUR-UNSUR RUNUTAN YANG TERDAPAT DALAM CUPLIKAN SUSU

Unsur	Isotop target (% Abundance)	cross section (Barn)	Hasil nuklida (T ^{1/2})	Tenaga sinar (Kev)
Fe	⁵⁸ Fe (0,31)	17	⁵⁹ Fe (45 d)	1099
Mn	⁵⁵ Mn (100)	13	⁵⁶ Mn (2,58 h)	1811
Zn	⁶⁸ Zn (18,6)	0,072	⁶⁹ Zn (13,8 h)	438
Br	⁸¹ Br (49,5)	3,3	⁸² Br (35,3 h)	554
Cu	⁶³ Cu (69,1)	4,5	⁶⁴ Cu (12,8 h)	511
Rb	⁸⁵ Rb (72,17)	0,046	⁸⁶ Rb (18,7 d)	1077

Keterangan: d= hari ; h= jam

cuplikan susu instant maupun terhadap standar susu IAEA.

Baik pada cuplikan susu *full cream* B maupun susu *instantnya*, terdapat unsur-unsur Fe, Mn, Zn, Br, Cu dan Rb. Rata-rata kadar unsur Fe, Mn, Zn, Br, Cu dan Rb dalam susu *full cream* B terlihat lebih tinggi kadarnya bila dibandingkan dengan kadar unsur tersebut dalam susu *instant* B. Cuplikan susu *full cream* B memiliki kadar unsur Fe, Mn, Br dan Rb yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan standar susu IAEA. Meskipun demikian, dari analisis statistik menunjukkan bahwa kadar unsur-unsur yang terdapat dalam cuplikan susu *full cream* B dan susu *instant* B, tidak menunjukkan beda yang nyata bila dibandingkan dengan kadar unsur-unsur dalam standar susu IAEA. Kecuali untuk unsur-unsur Fe, Zn, Mn dan Rb yang terdapat dalam cuplikan susu *full cream* B, ternyata kadarnya berbeda nyata bila dibandingkan dengan kadar unsur tersebut dalam cuplikan susu *instant* B maupun jika dibandingkan dengankadar unsur tersebut dalam standar susu IAEA.

Data nuklir dari isotop-isotop unsur yang terdeteksi dalam cuplikan susu perah, susu *full cream*, susu *instant* dan standar IAEA dapat dilihat dalam Tabel IV.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan:

1. Dalam susu perah, susu bubuk B dan instantnya, susu bubuk D dan instantnya mengandung unsur-unsur Fe, Mn, Zn, Br, Cu dan Rb dengan masing-masing kadar unsur yang bervariasi.
2. Susu perah mengandung unsur-unsur tersebut di atas relatif lebih rendah bila dibandingkan susu *full cream* maupun susu instant.
3. Rata-rata kadar unsur Fe, Mn, Zn, Br, Cu dan Rb dalam cuplikan masing-masing adalah:
 Susu perah: 2,84 ppm, 0,56 ppm, 31,93 ppm, 13,89 ppm, 0,87 ppm dan 28,51 ppm.
 Susu *full cream*: 4,71 ppm, 0,51 ppm, 38,61 ppm, 14,96 ppm, 0,93 ppm dan 32,19 ppm.
 Susu instant: 3,32 ppm, 0,41 ppm, 35,26 ppm, 13,72 ppm, 0,76 ppm dan 29,20 ppm.

Daftar Pustaka

- Fonali L., Gumanjar, W. Faisal, Saryati, Iswani G.S., Sudarmadji, 1987. Penelitian Gondok Endemik, Bagian Analisis Unsur-unsur Kelumit. Dalam Seminar Gondok Endemik di PPNY, Batan, Yogyakarta, 7 Maret 1987.
- Grimanis, M. Vassilaki-Grimani, D. Alexiou, C. Papadatos, 1979. Determination of Seven Trace Elements in Human Milk, Powdered Cow's Milk and Infant foods by NAA. Dalam NATILS, IAEA, Vienna. p. 241-254.
- Samuelson G. 1966 Determination of Trace Elements in Milk and Milk Products by Means of NAA. Dalam Radioisotopes and Radiation in Dairy Science and Technology. IAEA, Vienna. p. 221-238.
- Byrne A.R., L. Kosta, V. Ravnik, J. Stupar, V. Hudnik, 1979. A study of Certain Trace Elements in Milk. Dalam NATILS, IAEA, Vienna. p. 255-269.
- Guinn V.P., J. Hoste, 1980 Neutron Activation Analysis. Dalam Elemental Analysis of Biological Materials. TRS. No.

197. IAEA, Vienna. p. 105-140.
 Cooper R.D., D.M. Linekin, G.L. Brownell, 1967. Activation Analysis of Biological Tissues Without Chemical Separation. Dalam NATILS. IAEA, Vienna. p. 65-79.

Bowen H.J.M., 1972. The Biochemistry of the Trace Elements. Dalam NATILS. IAEA, Vienna. p. 155-172.

Unsur	Isotop target (Z & A)	Waktu paruh (hari)	Waktu tunda (hari)	Waktu hitung (hari)	Waktu analisis (hari)	Waktu total (hari)
Fe	⁵⁹ Fe (0,41)	44,5	0,00	0,00	0,00	44,5
Mn	⁵⁵ Mn (100)	2,61	0,00	0,00	0,00	2,61
Zn	⁶⁵ Zn (18,6)	243,0	0,00	0,00	0,00	243,0
Ba	¹³⁷ Ba (49,3)	2,55	0,00	0,00	0,00	2,55
Cu	⁶⁴ Cu (60,1)	12,8	0,00	0,00	0,00	12,8
Rb	⁸⁶ Rb (72,17)	48,8	0,00	0,00	0,00	48,8

Kecepatan: 10 hari, 10 hari

cuplikan saat instant maupun terhadap waktu yang sama. Dalam hal ini, waktu hitung B dan hitung D yang berbeda-beda akan mempengaruhi waktu hitung D dan hitung B yang sama. Untuk masing-masing unsur Fe, Mn, Zn, Ba, Cu dan Rb dengan masing-masing waktu hitung yang berbeda-beda.

2. Untuk unsur-unsur yang sama, waktu hitung B dan hitung D yang berbeda-beda akan mempengaruhi waktu hitung D dan hitung B yang sama. Untuk masing-masing unsur Fe, Mn, Zn, Ba, Cu dan Rb dengan masing-masing waktu hitung yang berbeda-beda.

3. Untuk unsur-unsur yang sama, waktu hitung B dan hitung D yang berbeda-beda akan mempengaruhi waktu hitung D dan hitung B yang sama. Untuk masing-masing unsur Fe, Mn, Zn, Ba, Cu dan Rb dengan masing-masing waktu hitung yang berbeda-beda.

4. Untuk unsur-unsur yang sama, waktu hitung B dan hitung D yang berbeda-beda akan mempengaruhi waktu hitung D dan hitung B yang sama. Untuk masing-masing unsur Fe, Mn, Zn, Ba, Cu dan Rb dengan masing-masing waktu hitung yang berbeda-beda.

5. Untuk unsur-unsur yang sama, waktu hitung B dan hitung D yang berbeda-beda akan mempengaruhi waktu hitung D dan hitung B yang sama. Untuk masing-masing unsur Fe, Mn, Zn, Ba, Cu dan Rb dengan masing-masing waktu hitung yang berbeda-beda.

6. Untuk unsur-unsur yang sama, waktu hitung B dan hitung D yang berbeda-beda akan mempengaruhi waktu hitung D dan hitung B yang sama. Untuk masing-masing unsur Fe, Mn, Zn, Ba, Cu dan Rb dengan masing-masing waktu hitung yang berbeda-beda.

7. Untuk unsur-unsur yang sama, waktu hitung B dan hitung D yang berbeda-beda akan mempengaruhi waktu hitung D dan hitung B yang sama. Untuk masing-masing unsur Fe, Mn, Zn, Ba, Cu dan Rb dengan masing-masing waktu hitung yang berbeda-beda.

8. Untuk unsur-unsur yang sama, waktu hitung B dan hitung D yang berbeda-beda akan mempengaruhi waktu hitung D dan hitung B yang sama. Untuk masing-masing unsur Fe, Mn, Zn, Ba, Cu dan Rb dengan masing-masing waktu hitung yang berbeda-beda.

9. Untuk unsur-unsur yang sama, waktu hitung B dan hitung D yang berbeda-beda akan mempengaruhi waktu hitung D dan hitung B yang sama. Untuk masing-masing unsur Fe, Mn, Zn, Ba, Cu dan Rb dengan masing-masing waktu hitung yang berbeda-beda.

10. Untuk unsur-unsur yang sama, waktu hitung B dan hitung D yang berbeda-beda akan mempengaruhi waktu hitung D dan hitung B yang sama. Untuk masing-masing unsur Fe, Mn, Zn, Ba, Cu dan Rb dengan masing-masing waktu hitung yang berbeda-beda.