

UJI KUANTITATIF KADAR ZAT BESI DALAM TUMBUHAN KELAKAI DAN PRODUK OLAHANNYA

Nurul Qamariah¹, Rini Yanti²

¹Dosen Pengajar Program Studi D-III Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan,
Universitas Muhammadiyah Palangkaraya

²Mahasiswa Program Studi D-III Farmasi Fakultas Ilmu Kesehatan
Universitas Muhammadiyah Palangkaraya

Email: engjiyu9@gmail.com

ABSTRAK

Zat besi memiliki sifat yang tidak dapat diproduksi oleh tubuh, sehingga kita harus mencukupi kebutuhan zat besi dari makanan. Zat besi merupakan unsur yang sangat penting untuk membentuk hemoglobin (Hb). Dalam tubuh, zat besi mempunyai fungsi yang berhubungan dengan pengangkutan, penyimpanan dan pemanfaatan oksigen dan berada dalam bentuk hemoglobin, mioglobin atau *cytochrom*. Untuk memenuhi kebutuhan guna pembentukan hemoglobin, sebagian besar zat besi yang berasal dari pemecahan sel darah merah akan dimanfaatkan kembali baru kekurangannya harus dipenuhi dan diperoleh melalui makanan.

Pemilihan bahan makanan yang mengandung zat besi dapat diperoleh melalui tumbuhan berupa tumbuhan kelakai, dikarenakan tumbuhan kelakai merupakan tumbuhan yang banyak dikonsumsi masyarakat Kalimantan Tengah, murah, persediaannya banyak, dapat tumbuh dimana-mana, mudah didapatkan mengandung zat besi sebagaimana dari hasil penelitian Maharani *et al.*, serta produk olahannya sering dijadikan oleh-oleh khas Kalimantan Tengah. Adapun produk olahan kelakai oleh masyarakat Kalimantan Tengah biasa diolah menjadi sayur oseng kelakai, keripik kelakai, peye kelakai, kerupuk kelakai, stik kelakai dan lain-lainnya yang berbahan dasar tumbuhan kelakai itu sendiri.

Penelitian ini menggunakan analisis kuantitatif dengan metode volumetri yaitu titrasi permanganometri, dengan pendekatan laboratorium yang dilakukan melalui serangkaian percobaan. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah tumbuhan kelakai yang diperoleh pada Pasar Besar Kota Palangka Raya dan produk olahannya pada dua industri rumahan yang terdapat di Kota Palangka Raya. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kadar zat besi pada daun tanaman kelakai segar sebesar 3,285% atau setara dengan 3285 mg/100 g. Sedangkan kadar zat besi pada olahannya diperoleh hasil berupa keripik kelakai 1 sebesar 2,235% atau setara dengan 2235 mg/100 g dan keripik kelakai 2 sebesar 1,925% atau setara dengan 1925 mg/100 g. Sehingga dapat disimpulkan kadar zat besi pada tumbuhan kelakai cukup tinggi dan zat besi dalam keripik kelakai sendiri dapat digunakan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan zat besi hariannya.

Kata Kunci: Zat Besi, Tumbuhan Kelakai, Keripik Kelakai, Titrasi Permanganometri

PENDAHULUAN

Bahan makanan mengandung berbagai zat gizi yang diperlukantubuh untuk melakukan berbagai aktifitas. Zat-zat gizi tersebut adalahkarbohidrat, lemak, protein, vitamin, mineral, dan air.

Kandungan giziutama dalam buah dan sayuran adalah vitamin dan mineral. Dimana salahsatu mineral dalam buah dan sayuran adalah zat besi (Fe) (Wirakusumah,2013).

Zat besi memiliki sifat yang tidak dapat diproduksi oleh tubuh,sehingga kita harus mencukupi kebutuhan zat besi dari makanan. Zat besimerupakan unsur yang sangat penting untuk membentuk hemoglobin (Hb).Dalam tubuh, zat besi mempunyai fungsi yang berhubungan denganpengangkutan, penyimpanan dan pemanfaatan oksigen dan berada dalambentuk hemoglobin, miogloblin atau *cytochrom*. Untuk memenuhi kebutuhanguna pembentukan hemoglobin, sebagian besar zat besi yang berasal daripemecahan sel darah merah akan dimanfaatkan kembali, barukekurangannya harus dipenuhi dan diperoleh melalui makanan. Taraf gizibesi bagi seseorang sangat dipengaruhi oleh jumlah konsumsinya melaluimakanan, bagian yang diserap melalui saluran pencernaan, cadangan zatbesi dalam jaringan eksresi dan kebutuhan tubuh (Wijatmadi dan Adriani,2012).

Menurut FAO/WHO menganjurkan bahwa jumlah zat besi yangharus dikonsumsi sebaiknya berdasarkan jumlah

kehilangan zat besi daridalam tubuh. Kandungan zat besi dalam tubuh wanita adalah sekitar 35mg/kg BB dan pada laki-laki 50 mg/kg BB, dimana 70% terdapat di dalamhemoglobin dan 25% merupakan zat besi cadangan yang terdapat dalamhati, limpa, dan sumsum tulang. Jumlah zat besi yang dapat disimpan dalam tubuh 0,5-1,5 g pada laki-laki dewasa dan 0,3-1,0 g pada wanita dewasa.

Pembuangan zat besi keluar tubuh terjadi melalui beberapa jalandiantaranya melalui keringat 0,2-1,2 mg/hari, air seni 0,1 mg/hari, danmelalui feses dan menstruasi 0,5-1,4 mg/hari (Wijatmadi dan Adriani,2012).

Zat besi memiliki sifat yang tidak dapat diproduksi oleh tubuh,sehingga kita harus mencukupi kebutuhan zat besi dari makanan (Wijatmadi dan Adriani, 2012).

Adapun makanan yang mengandung zat besi, salah satunya adalah kelakai. Kelakai adalah tumbuhan memiliki nama latin *Stenochlaena palustris* yang hidup di daerah rawa gambut, air tawar danhutan belukar. Sebagaimana diketahui dalam penelitian Maharani *et al.*, (2005) terbukti bahwa tumbuhan kelakai yang berasal dari Banjarmasin ini mengandung mineral zat besi sebesar 291,316 mg/100 g pada daun dan sebesar 221,443 mg/ 100 g pada batangnya. Penelitian tersebut dilakukan dengan menggunakan metode analisis spektrofotometri.

Berdasarkan penelitian tersebut, maka diasumsikan produk olahankelakai

pun dianggap mengandung zat besi. Dimana produk olahan kelakai oleh masyarakat Kalimantan Tengah biasa diolah menjadi sayur osengkelakai, keripik kelakai, peye kelakai, kerupuk kelakai, stik kelakai dan lainnyayang berbahan dasar tumbuhan kelakai itu sendiri. Namun belumbanyak publikasi penelitian mengenai kandungan zat besi yang ada padatumbuhan maupun produk olahan kelakai yang berasal dari KalimantanTengah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Farmakologi Fakultas IlmuKesehatan Universitas Muhammadiyah Palangkaraya. Dengan waktupelaksanaan dilakukan mulai dari 1 November 2015 sampai dengan 7Desember 2015.

Metode / Pendekatan Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitianeksperimen atau percobaan (*experiment research*) dengan pendekatanlaboratorium yang dilakukan melalui serangkaian percobaan. Bertujuanuntuk mengetahui suatu gejala atau pengaruh yang timbul sebagai akibat dari adanya perlakuan tertentu (Notoatmodjo, 2010).

Populasi dan Sampel Penelitian

1. Populasi Penelitia

Populasi yang termasuk pada penelitian ini adalah tumbuhankelakai

(*Stenochlaena palustris*) dan produk olahan berupa keripikkelakai yang ada di kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah.

2. Sampel Penelitian

Sampel tumbuhan kelakai diperoleh dari Pasar Besar KotaPalangka Raya, Kalimantan Tengah. Sedangkan olahan keripik kelakaidiperoleh dari industri rumahan yaitu di Jl. Majapahit No.5B RT 02 RW08 Komplek Borobudur dan Jl. Kecipir No.12 RT 01 RW 03.Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling*dimana kriteria yang ditentukan adalah industri rumahan keripik kelakaiyang melakukan produksi keripik kelakai secara kontinu dan menetap dengan bahan baku berasal dari tumbuhan kelakai yang dijual di PasarBesar Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah.

Persiapan Larutan

Pembuatan KMnO₄ 0,1 N

Melarutkan lebih kurang 3,3 gram kalium permanganat *P* dalam1000 mL air dalam labu, dan mendidihkan larutan selama lebihkurang 15 menit. Menutup labu dan membiarkan selama tidak kurangdari 2 hari, lalu menyaring melalui penyaring kaca masir berporositasalus. Jika perlu lapisidasar penyaring kaca masir dengan wol kaca(FI IV, 1995).

Standarisasi KMnO₄

Menimbang dengan seksama lebih kurang 200 mg asam oksalat yang telah dikeringkan pada suhu 110°C hingga bobot tetap dan larut dalam erlenmeyer sebanyak 100 mL aquadest. Lalu menambahkan 7 mL asam sulfat P panaskan hingga suhu lebih kurang 70°C. Dalam keadaan panas, menambahkan perlahan-lahan larutan dalam erlenmeyer dengan KMnO₄ 0,1 N sambil mengaduk hingga warna merah muda pucat yang mantap selama 15 detik. melakukan secara duplo (dilakukan pengulangan sebanyak dua kali). Menghitung normalitas larutan (FI IV, 1995).

Catatan : suhu larutan selama titrasi tidak kurang dari 60°C

Penentuan Kadar Besi

□ Sampel

Menimbang sebanyak 5 gram sampel. Menghaluskan sampel dalam mortar hingga homogen atau menjadi bubuk. Lalu menambahkan aquadest secukupnya dan saring dengan kasa. Hasil saringan dalam labu ukur 100 mL lalu ditambahkan aquadest sampai tanda batas 100 mL dan kocok. Mengambil filtratnya sebanyak 100 mL, memasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL dan memanaskan hingga mencapai suhu 70°C. Dalam keadaan panas, menambahkan perlahan-lahan larutan dalam erlenmeyer dengan KMnO₄ 0,1 N sambil diaduk hingga warna merah muda yang mantap selama 15

detik. Melakukan secara duplo (dilakukan pengulangan sebanyak dua kali).

Menghitung kadar besi dalam sampel.

Teknik Analisis Data

Teknik Analisis Data

1. Penentuan Normalitas Kalium Permanganat

$$N_{KMnO_4} = \frac{\text{mg Asam Oksalat} \times 0,1}{V_{KMnO_4} \times 6,700}$$

(FI IV, 1995)

2. Penentuan Kadar Besi Baku Positif dan Sampel

$$\text{Kadar Fe (\%)} = \frac{V_t \times N_t \times 28 \times FP \times 100\%}{W \times 0,1}$$

Keterangan :

V_t = Volume titran yang digunakan (mL)

N_t = Konsentrasi KMnO₄ dari hasil pembakuan (N)

28 = Kesetaraan 1 mL KMnO₄ 0,1 N ≈ 28 mg Fe

FP = Faktor Pengenceran

W = Berat Sampel (mg)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Tabel 2. Hasil Pembakuan

Bahan	Berat Bahan yang Digunakan (g)	V Titran KMnO ₄ (mL)	Ket.	Rata-Rata
KMnO ₄	3,3251 g	1000 mL	0,0964 N	-
Asam Oksalat	0,1134 g	17,6 mL	0,0962 N	0,0964 N
	0,1047 g	16,2 mL	0,0965 N	

Tabel 3. Kadar Sampel

Bahan	Berat Bahan yang Digunakan (g)	V KMnO ₄ (mL)	Kadar Fe		Rata-Rata (mg/100 g)
			%	mg/100 g	
Tumbuhan Kelakai	5,0228 g	6,1 mL	3,28	3280	3285
	5,0829 g	6,2 mL	3,29	3290	
Keripik Kelakai 1	5,0098 g	4,1 mL	2,21	2210	2235
	5,0127 g	4,2 mL	2,26	2260	
Keripik Kelakai 2	5,0745 g	3,6 mL	1,91	1910	1925
	5,0813 g	3,6 mL	1,94	1940	

Penelitian uji kuantitatif kadar zat besi dalam tumbuhan kelakai dan keripik kelakai ini menggunakan metode titrasi permanganometri. Uji kuantitatif adalah penetapan berapa banyak suatu zat tertentu yang terkandung dalam suatu sampel (Day dan Underwood, 2001), sementara metode titrasi permanganometri merupakan suatu analisis yang menggunakan KMnO₄ sebagai penitir dan indikator sehingga disebut sebagai autoindikator. Analisis

kadar zat besi pada keripik kelakai inidilakukan agar mengetahui kadar zat besi tumbuhan kelakai dan keripikkelakai.

Zat besi sendiri sangat dibutuhkan setiap orang dari berbagaikalangan baik itu berupa bayi, anak-anak, remaja, dewasa maupun manuladengan jumlah konsumsi yang tepat maka akan tepat pula asupan kadar zat besi yang dibutuhkan dalam tubuh sehingga mencegah terjadinya penyakit anemia, defisiensi ataupun kelebihan zat besi. Di Indonesia, anemia defisiensi zat besi menjadi pemicu penurunannya konsentrasi belajar dan perkembangan tumbuh kembang anak di Indonesia sehingga menurunkan produktivitas bagi anak Indonesia. Bukan hanya pada anak-anak, anemia ataupun defisiensi zat besi sering terjadi pada wanita yang sedang haid (Mann dan Truswell, 2014) dan melahirkan akibat kekurangan zat besi yang cukup banyak (Muchtadi, 2009). Sementara itu, kelebihan zat besi sendiri dapat menyebabkan pemicu berbagai penyakit akibat tertimbun (terakumulasi) di dalam tubuh seperti kondisi melemah, kerusakan hati, jantung, pankreas dan kemungkinankerusakan organ lain, dan lain-lain (Linder, 2006).

Pemilihan sampel berupa tumbuhan kelakai dan keripik kelakaidilakukan karena tumbuhan ini banyak dikonsumsi sebagai makanan sehari-hari masyarakat Kalimantan khususnya daerah Kalimantan Tengah, dan juga banyak diolah menjadi keripik kelakai sebagai camilan ataupun

sebagai oleh-oleh khas Kalimantan Tengah yang diperdagangkan.

Dalam penelitian ini, standarisasi larutan penitrasi KMnO_4 dilakukan dengan standar primer asam oksalat. Hasil standarisasi pertama menunjukkan normalitas larutan KMnO_4 sebesar 0,0962 N, sedangkan yang kedua sebesar 0,0965 N. Sehingga didapat normalitas larutan KMnO_4 sebesar 0,0964 N.

Pada proses standarisasi dilakukan pemanasan asam oksalat dalam oven selama 1 jam dengan suhu 110°C hal ini bertujuan untuk menghilangkan molekul air (Gandjar, 2013) dan sesuai dengan ketentuan perlakuan untuk standarisasi KMnO_4 (FI IV, 1995). Sementara itu, penambahan asam sulfat pekat bertujuan sebagai katalis yang memberikan suasana asam pada larutan, hal ini dilakukan agar mempercepat terjadinya reaksi sehingga TAT akan lebih mudah untuk diamati dan reaksi H_2SO_4 tersebut tidak menghasilkan produk dan tidak bereaksi dengan titran (Day dan Underwood, 2001). Kemudian pemanasan 70°C karena untuk mempercepat reaksi karena reaksi KMnO_4 yang akan berjalan lambat pada suhu ruangan, sehingga akan lebih banyak lagi kesulitan yang akan ditemukan dalam penggunaan reagen KMnO_4 atau selama berjalannya proses titrasi (Day dan Underwood, 2001).

Sementara pada hasil kadar zat besi sampel berupa daun tumbuhan kelakai

segar pertama adalah 3,28% atau setara dengan 3280 mg/100 g dan kadar zat besi daun tumbuhan kelakai segar kedua adalah 3,29% atau setara dengan 3290 mg/100 g. Sehingga didapatkan rata-rata kadar zat besi daun tumbuhan kelakai segar yaitu 3,285% atau setara dengan 3285 mg/100 g.

Adapun hasil kadar zat besi sampel pada keripik kelakai 1 ke-1 adalah 2,21% atau setara dengan 2210 mg/100 g dan keripik kelakai 1 ke-2 adalah 2,26% atau setara dengan 2260 mg/100 g. Sehingga didapatkan rata-rata kadar zat besi keripik kelakai 1 yaitu 2,235% atau setara dengan 2235 mg/100 g. Lalu untuk kadar zat besi keripik kelakai 2 ke-1 adalah 1,91% atau setara dengan 1910 mg/100 g dan keripik kelakai 2 ke-2 adalah 1,94% atau setara dengan 1940 mg/100 g. Sehingga rata-rata kadar zat besi keripik kelakai 2 adalah 1,925% atau setara dengan 1925 mg/100 g.

Dimana hasil warna titrasi pada saat percobaan berawal mula pink namun setelah beberapa detik berubah menjadi coklat, sebagaimana dapat dilihat pada "lampiran 6" untuk hasil titrasi daun tumbuhan kelakai dan "lampiran 7" untuk hasil titrasi keripik kelakai. Hal ini disebabkan TAT pada sampel sudah terjadi dan bila dibiarkan dalam beberapa detik memangakan menghilang, sebagaimana untuk melihat TAT berdasarkan FI IV (1995) adalah terjadi perubahan warna yang tidak hilang selama 15 detik.

Dalam perlakuan titrasi sampel, telah digunakan penyaring kasayang bertujuan untuk memisahkan suatu cairan dari bahan padat yang terdapat pada larutan sampel keripik kelakai dengan porositas kasar dan kecepatan penyaringan adalah sangat cepat (Sudarmadji, 2007).

Lalu untuk sampel daun tumbuhan kelakai segar sendiri yang digunakan adalah yang masih muda namun sudah berwarna hijau. Sampel daun tumbuhan kelakai segar ini dipilih berdasarkan tumbuhan kelakai yang biasanya sering dikonsumsi maupun dijadikan keripik kelakai oleh masyarakat Kalimantan Tengah, walaupun ada juga yang menggunakan tumbuhan kelakai lebih muda lagi pada saat tumbuhan kelakai masih berwarna merah keunguan.

Namun, dalam penelitian ini menggunakan tumbuhan kelakai segar yang biasanya digunakan. Dari hasil kadar zat besi tumbuhan kelakai pada tabel di atas yaitu 3,285% atau setara dengan 3285 mg/100 g, dapat disimpulkan bahwa kandungan zat besi dalam kelakai cukup tinggi jika dibandingkan dengan hasil penelitian Maharani *et al.*, (2005) berupa kadar mineral besi daun kelakai yaitu 291,316 mg/100 g. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya perbedaan perlakuan sampel tumbuhan kelakai dimana pada penelitian Maharani *et al.*, terlebih dahulu sampel diperlakukan dengan cara sortasi basah, pencucian, perajangan, pengeringan,

sortasi kering dan terakhir didapatkan ekstraksi.

Sementara pada penelitian ini, sampel tumbuhan kelakai yang sudah dicucidengan air kemudian digerus lalu disaring dan ditambahkan aquades sampai 100 mL. Sehingga hasil kadar zat besi pada penelitian ini lebih tinggi karena sampel tumbuhan kelakai yang digunakan lebih segar jika dibandingkan dengan penelitian Maharani *et al.*, karena dalam penelitiannya sudah dilakukan perlakuan terlebih dahulu.

Sementara itu, pada hasil sampel keripik kelakai 1 dan 2 jika dibandingkan dengan hasil sampel tumbuhan kelakai maka kadar zat besi keripik kelakai lebih kecil, hal ini dikarenakan adanya proses pengolahan keripik kelakai berupa penggorengan. Dimana pengaruh suhu yang terlalulama atau terlalu tinggi pada proses pengolahan dapat mengakibatkan hilangnya atau berkurangnya kadar zat besi yang ada di dalam kandungan keripik kelakai (Harris dan Endel, 1989).

Adapun faktor lainnya yang dapat mempengaruhi kadar zat besi pada keripik kelakai adalah akibat lamanya penyimpanan produk olahan kelakai dari proses pengolahan, pengemasan hingga sampai kepada konsumen (Mann dan Truswell, 2014). Hal inilah yang dapat menyebabkan rendahnya kadar zat besi pada keripik kelakai daripada tumbuhan kelakai.

Sehingga dapat disimpulkan kadar zat besi pada tumbuhan kelakai cukup tinggi dan walaupun zat besi dalam keripik kelakai sendiri lebih kecil daripada tumbuhan kelakai namun zat besi dalam keripik kelakai sendiri dapat digunakan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan zat besi hariannya.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian uji kuantitatif kadar zat besi dalam tumbuhan kelakai dan produk olahannya, diperoleh hasil kadar zat besi pada tumbuhan kelakai sebesar 3285 mg/100 g. Sedangkan kadar zat besi pada keripik kelakai 1 sebesar 2235 mg/100 g dan kadar zat besi pada keripik kelakai 2 sebesar 1925 mg/100 g.

DAFTAR PUSTAKA

- Chang, R. 2005. *Kimia Dasar: Konsep-Konsep Inti Jilid 1 / Edisi Ketiga*. Terjemahan Muhammad Abdulkabir Martoprawiro dkk. Editor Lemeda Simarmata dari buku *Quantitative Analysis Sixth Edition*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Day, R. A., dan Underwood, A. L. 2001. *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Keenam*. Terjemahan Lis Sopyan. Editor Hilarius Wibi dan Lemeda Simarmata dari buku *Quantitative Analysis Sixth Edition*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1995. *Farmakope Indonesia Edisi IV*. Jakarta.
- Fahmawati, Y. 2009. *Klasifikasi Tumbuhan*. Bandung: Puri Pustaka.
- Fern, C. S. 2014. *Atlas of Living Australia: Stenochlaena palustris (Burm.f.) Bedd.* Abstrak.
- Ganjar, I. G., dan Rohman, A. 2013. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Harris, R., dan Endel, K. 1989. *Evaluasi Gizi Pada Pengolahan Bahan Terbitan Kedua*. Bandung: Penerbit ITB.
- Jannah, M. 2012. *Biologi Tumbuhan Lahan Basah: KELAKAI (Stenochlaenapalustris)*. Abstrak.
- Karyadi, D., dan Muhilal. 1996. *Kecukupan Gizi yang Dianjurkan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Linder, M. C. 2006. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme*. Penerjemah Aminuddin Parakkasi dari buku *Nutritional Biochemistry and Metabolism*. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).
- Maharani, D. M., Haidah, S. N., dan Haiyinah. 2005. *Studi Potensi Kalakai (Stenochlaenapalustris (Burm.F) Bedd), Sebagai Pangan Fungsional*. Abstrak.
- Mann, J., dan Truswell, A. S. 2014. *Buku Ajar Ilmu Gizi Edisi 4*. Alih Bahasa Andry Hartono. *Editor Bahasa Indonesia* Mochamad Rachmat. *Editor Penyelaras Cahya Ayu Agustin dan Etika Rezkina* dari buku *Essentials of Human Nutrition*. Jakarta: EGC. Hlm.
- Muchtadi, D. 2009. *Pengantar Ilmu Gizi*. Bandung: Alfabeta.
- Notoatmodjo, S. 2010. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Rohman, A., dan Sumantri. 2007. *Analisis Makanan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sediaoetama, A. D. 2010. *Ilmu Gizi untuk Mahasiswa dan Profesi Jilid 1*. Jakarta: PT. Dian Rakyat.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 2007. *Prosedur Analisis untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Surbakti, N. 2011. *Smart Thinking For The Better: Penentuan Besi Dengan Titrasi permanganometri*. Abstrak diunduh dari <http://nantasurbakti.blogspot.com/2011/12/penentuan-besi-dengan-titrasi.html> diakses pada 22 November 2014.
- Syamsuri, I. 2007. *Biologi Jilid 1B untuk SMA Kelas X Semester 2*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Watson, D. G. 2009. *Analisis Farmasi: Buku Ajar untuk Mahasiswa Farmasi*

dan Praktisi Kimia Farmasi Edisi 2. Terjemahan Wenny R. Syarief. Editor Edisi Bahasa Indonesia Amalia H. Hadinata dari buku *Pharmaceutical Analysis: A Textbook for Pharmacy Students and Pharmaceutical Chemists*. Jakarta: EGC.

Widodo, D. S., dan Lusiana, R. A. 2010. *Kimia Analisis Kuantitatif: Dasar Penguasaan Aspek Eksperimental Edisi Pertama*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Wijatmadi, B., dan Adriani, M. 2012. *Pengantar Gizi Masyarakat Edisi Pertama*. Jakarta: Kencana.

Winarno, F. G. 1991. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Wirakusumah, E. S. 2013. *Jus Buah dan Sayuran*. Jakarta: Penebar Plus+.