

ANALISIS KUALITAS AIR MINUM DALAM KEMASAN (AMDK) DI YOGYAKARTA DITINJAU DARI PARAMETER FISIKA DAN KIMIA AIR

Titin Aryani¹

¹Program Studi DIV Analis Kesehatan, Universitas Aisyiyah Yogyakarta, Jl. Ringroad Barat No.63, Mlangi, Nogotirto, Gamping, Sleman, Yogyakarta, Telp. (0274) 374427, e-mail; titinaryani@gmail.com

ABSTRACT

Background: Nowadays, bottled water has become the most substitute water for cooking drinking water. Although bottled water seemed attractive, it is crucial to assess its quality.

Objective: This quantitative study aimed to determine the quality of the 5 brands of bottled water circulating in Yogyakarta, in terms of physical parameters (temperature, smell, taste, color, turbidity, and TDS electroconductivity) and chemical parameters of water (pH, the presence of Cl-ions, and the presence of metals such as Cr, Fe, Zn, Cd).

Methods: The sampling technique used was purposive sampling. The instrument used to determine the quality of bottled water is the standard of drinking water quality standards.

Result: The results showed that five samples of bottled water circulating in Yogyakarta, are all qualified bottled water both in terms of physical parameters (temperature, smell, taste, color, turbidity, electroconductivity, and TDS) and chemical parameters of water (pH, the presence of Cl-ions, and the presence of metals such as Cr, Fe, Zn, Cd).

Conclusion: Five samples of bottled water circulating in Yogyakarta were suitable for consumption.

Keywords: bottled water, water analysis, water quality, water chemistry parameters

PENDAHULUAN

Air minum berfungsi sebagai sumber asupan mineral, mengatur suhu tubuh, pembentuk sel, dan melancarkan pencernaan. Setiap hari, rata-rata manusia memerlukan asupan air sebanyak 2 (dua) liter. Melalui sebuah riset diketahui bahwa kekurangan 1-2 persen air saja bisa menyebabkan gangguan fungsi otak seperti kurangnya konsentrasi dan kemampuan berpikir. Kekurangan air di atas 2 persen, tubuh bisa mengalami sakit kepala, letih, lemah, gangguan pergerakan otot, hingga kematian. Kurang minum air juga dapat mengakibatkan sejumlah penyakit, di antaranya gangguan ginjal dan infeksi saluran

kemih. Oleh karena itu, kehidupan ini tidak mungkin dapat dipertahankan tanpa air.

Air di dalam tubuh manusia, berkisar antara 50-70% dari seluruh berat badan. Pentingnya air bagi kesehatan dapat dilihat dari jumlah air yang ada dalam organ, seperti 80% dari darah adalah air, kehilangan 15% dari berat badan dapat mengakibatkan kematian.^{1,2,3}

Menurut departemen kesehatan, syarat-syarat air minum adalah tidak berasa, tidak berbau, tidak berwarna, tidak mengandung mikroorganisme yang berbahaya, dan tidak mengandung logam berat. Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan ataupun tanpa proses pengolahan yang memenuhi

syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.⁴

Air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum, syarat kesehatan yang dimaksud adalah mikrobiologi, kimia, fisika, dan radio aktif.^{5,6,7}

Tidak dapat dipungkiri, bahwa air minum adalah kebutuhan yang amat penting bagi kehidupan kita sehari-hari. Seiring dengan kemajuan zaman dan teknologi serta penemuan-penemuan baru di bidang marketing, konsumen sering dibingungkan dengan pertanyaan tentang air minum yang terbaik bagi keluarga mereka.

Dengan semakin bertambahnya penduduk dan semakin rendahnya kualitas air yang dipasok oleh pemerintah melalui kran-kran di rumah-rumah, konsumen sering tidak memiliki pilihan lain, selain memilih air minum dalam kemasan (AMDK) yang pada saat ini membanjiri pasar. Tidak hanya jenis merk yang berjumlah 600 lebih pada saat ini yang beredar di pasar yang membuat konsumen bingung, jenis air yang ditawarkan pun bertambah dari hari ke hari, bulan ke bulan.

Sejalan dengan kemajuan dan peningkatan taraf kehidupan, maka jumlah penyediaan air selalu meningkat untuk setiap saat. Akibatnya kegiatan untuk pengadaan sumber-sumber air baru setiap saat terus dilakukan seperti mencari sumber air baru dalam bentuk air tanah, air sungai, air danau, mengolah atau menawarkan air laut,

mengolah dan menyehatkan kembali sumber air kotor yang telah tercemar.^{8,9}

Di sisi lain, perkembangan jumlah penjualan air minum isi dalam kemasan berpotensi menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan konsumen, bila tidak adanya regulasi yang efektif. Isu yang mengemuka saat ini adalah rendahnya jaminan kualitas terhadap air minum yang dihasilkan. Jika tidak dikendalikan dengan maksimal, air minum dalam kemasan berpotensi menimbulkan kerugian bagi kesehatan misalnya keracunan zat kimia persisten maupun penyebaran penyakit melalui air atau *water borne disease*.^{10,11,12,13}

Dalam air, terdapat berbagai kandungan bahan fisika dan kimia. Bahan fisika dan kimia ini dapat berefek positif ataupun negatif bagi tubuh manusia dan makhluk lainnya. Kondisi lingkungan sumber air ikut memengaruhi karakteristik air, sehingga bahan kimia yang terkandung di dalamnya dapat beragam, begitu pula dengan kadarnya. Berdasarkan keragaman tersebut, maka ditetapkan suatu standar yang mengatur kualitas air yang baik untuk dikonsumsi.

Berdasarkan pemikiran tersebut, perlu dilakukan analisis kualitas air minum dalam kemasan dengan menggunakan beberapa parameter fisika dan kimia air dengan mengambil sampel 5 merk air minum dalam kemasan yang ada di Yogyakarta.

BAHAN DAN CARA PENELITIAN

Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah kuantitatif. Pengukuran kualitas air dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik UGM Yogyakarta dan Laboratorium Prodi DIV Analisis Kesehatan Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan *teknik purposive sampling*.

Penggunaan parameter fisika dan kimia pada analisis kualitas air ini merujuk kepada peraturan pemerintah mengenai baku mutu kualitas air minum dalam kemasan, sehingga parameter yang dipilih merupakan parameter standar. Standar baku mutu air minum menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/MenKes/Per/IV/2010.¹⁴

Air minum dalam kemasan yang diambil sebagai sampel merupakan air minum dalam kemasan yang beredar di Yogyakarta. Kriteria sampel air minum dalam kemasan (AMDK) yang digunakan adalah air minum dalam kemasan dalam volume botol 600 ml yang dijual di Supermarket maupun Warung. Sampel diambil secara acak. Jumlah sampel yang diambil adalah 5 sampel dari masing-masing 1 merek sehingga jumlah merek air minum dalam kemasan yang diteliti berjumlah 5 merek.

Analisis parameter fisika yaitu suhu, bau, rasa, warna, kekeruhan, elektrokonduktivitas, TDS, dan kekeruhan. Pada pengukuran suhu digunakan termometer larutan, pemeriksaan bau, rasa, dan warna menggunakan indera penciuman,

perasa, dan penglihatan, sedangkan untuk pengukuran elektro- konduktivitas digunakan EC-meter, dan untuk pengukuran TDS digunakan TDS-meter.

Analisis parameter kimia air yaitu penentuan kadar Cr, Fe, Zn, Cd menggunakan instrumen AAS Atomic Absorption Spectrophotometer. *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) atau Spektroskopi Serapan Atom adalah salah satu jenis analisa spektrofometri di mana dasar pengukurannya adalah pengukuran serapan suatu sinar oleh suatu atom, sinar yang tidak diserap, diteruskan dan diubah menjadi sinyal listrik yang terukur. AAS merupakan suatu metode yang populer untuk analisa logam, karena di samping sederhana, AAS juga sensitif dan selektif. Alat dan bahan yang digunakan adalah AAS (*Atomic Absorption Spectrometry*), gelas ukur 50 ml, erlenmeyer 50 ml, larutan-larutan standar Cr, Fe, Zn, Cd, sampel air minum kemasan 5 buah. Kemudian dilakukan pengukuran kadar logam Cr, Fe, Zn, Cd pada sampel air minum. Untuk analisis kadar Cl⁻ dilakukan dengan teknik titrasi.

Uji klorida dalam sampel air ini menggunakan metoda argentometri cara Mohr pada kisaran 1,5 mg/L sampai dengan 100 mg/L. Senyawa klorida dalam sampel air dititrasi dengan larutan perak nitrat dalam suasana netral atau sedikit basa (pH 7 sampai dengan pH 10), menggunakan larutan indikator kalium kromat. Perak klorida diendapkan secara kuantitatif sebelum

Kode Sampel	Parameter Kualitas air (Satuan)	Pengulangan Pengukuran			Rata-rata Hasil Pengukuran	Baku Mutu	Makna
		1	2	3			
		keruh	keruh	keruh	keruh		
	Elektro konduktivitas (mS/cm)	12	12	12	12	250 (mS/cm)	Baik
	TDS (mg/L)	6	6	6	6	500 mg/L	Baik
	pH	6.6	6.7	6.8	6.7	6.5-8.5	Baik
	Cr (mg/L)	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	0.05 mg/L	
	Fe (mg/L)	0.078	0.078	0.075	0.077	0.30 mg/L	Baik
	Zn (mg/L)	0.041	0.042	0.036	0.040	3.00 mg/L	Baik
	Cd (mg/L)	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	0.003 mg/L	Baik
	Cl ⁻ (mg/L)	10.635	10.635	10.635	10.635	250 mg/L	Baik
	Suhu (°C)	29	29	29	29	Suhu udara ±3°C	
	Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Baik
	Rasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Baik
	Warna	Tidak berwarna	Tidak berwarna	Tidak berwarna	Tidak berwarna	Tidak berwarna	Baik
	Kekeruhan	Tidak keruh	Tidak keruh	Tidak keruh	Tidak keruh	Tidak keruh	Baik
E	Elektro konduktivitas (mS/cm)	14	14	14	14	250 (mS/cm)	Baik
	TDS (mg/L)	7	7	7	7	500 mg/L	Baik
	pH	6.9	6.9	6.9	6.9	6.5-8.5	Baik
	Cr (mg/L)	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	0.05 mg/L	Baik
	Fe (mg/L)	0.026	0.026	0.026	0.026	0.30 mg/L	Baik
	Zn (mg/L)	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	3.00 mg/L	Baik
	Cd (mg/L)	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	0.003 mg/L	Baik
	Cl ⁻ (mg/L)	10.635	10.635	10.635	10.635	250 mg/L	Baik

Sifat fisika merupakan sifat materi yang dapat dilihat secara langsung dengan indera. Sifat fisika terdiri atas: (1) jernih atau tidak keruh (air yang keruh disebabkan oleh adanya butiran-butiran koloid dari tanah liat, semakin banyak kandungan koloid maka air semakin keruh), (2) tidak berwarna (air yang berwarna berarti mengandung bahan-bahan

lain yang berbahaya bagi kesehatan), (3) tidak berasa (rasa asin disebabkan adanya garam-garam tertentu yang larut dalam air, sedangkan rasa asam diakibatkan adanya asam organik maupun asam anorganik), (4) tidak berbau (air yang berbau busuk mengandung bahan organik yang sedang mengalami dekomposisi oleh mikroorganisme

air), (5) suhunya normal (suhu air sebaiknya sejuk atau tidak panas terutama agar tidak terjadi pelarutan zat kimia yang ada pada saluran/pipa, yang dapat membahayakan kesehatan dan menghambat pertumbuhan mikro-organisme), (6) tidak banyaknya padatan yang terlarut di dalamnya.

Suhu merupakan parameter yang sangat berperan dalam reaksi-reaksi kimia dan pertumbuhan mikroba dalam air. Mikroba yang merugikan bagi makhluk hidup dapat hidup pada temperatur tertentu sehingga jika kita menaikkan atau menurunkan suhu, maka pertumbuhan mikroba tersebut dapat terganggu. Indonesia merupakan daerah tropis. Posisi matahari di daerah tropis dan subtropis yang selalu berada di atas horizon sepanjang musim menjadikan suhu daerah ini lebih hangat dibandingkan umumnya di daerah kutub.¹⁵

Kekeruhan sebagai intensitas kegelapan di dalam air yang disebabkan oleh bahan-bahan yang melayang. Kekeruhan menggambarkan sifat optik yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat dalam air.¹⁶ Kekeruhan juga didefinisikan sebagai suatu ukuran atau biasan cahaya di dalam air.¹⁷ Kekeruhan yang tinggi dapat mengakibatkan terhambatnya penetrasi cahaya kedalam air.¹⁸ Sutika (1989) mengatakan bahwa kekeruhan dapat memengaruhi kadar oksigen dalam air.¹⁹

EC (Electrical Conductivity) atau konduktansi adalah ukuran kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik. Konduktansi suatu larutan akan sebanding dengan konsentrasi ion-ion dalam larutan tersebut.

Total padatan terlarut (TDS) adalah bahan-bahan terlarut dalam air yang tidak tersaring dengan kertas saring milipore dengan ukuran 0,45 mikrometer. Padatan ini terdiri atas senyawa-senyawa organik dan anorganik yang terlarut dalam air, mineral, garam, logam, kation atau anion. Penyebab utama terjadinya TDS adalah bahan anorganik berupa ion-ion umum yang dijumpai di perairan seperti natrium, kalsium, magnesium, klorida, bikarbonat, dan sulfat. Sebagai contoh air buangan sering mengandung molekul sabun, deterjen, dan surfaktan yang larut air, misalnya pada buangan rumah tangga dan industri.

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kadar ion hidrogen (H⁺) dalam air yang merupakan salah satu faktor kimia yang sangat berpengaruh terhadap kehidupan organisme hidup di perairan.¹⁹ Air murni bersifat netral, dengan pH-nya pada suhu 25 °C ditetapkan sebagai 7,0. Larutan dengan pH kurang dari pada tujuh disebut bersifat asam, dan larutan dengan pH lebih dari pada tujuh dikatakan bersifat basa atau alkali.

Logam Cr, Fe, Zn, Cd adalah mineral yang sering terdapat dalam air. Logam atau

mineral yang sering berada dalam air dengan jumlah besar adalah kandungan Fe. Apabila Fe tersebut dalam jumlah banyak akan muncul berbagai gangguan lingkungan. Kadar Fe dalam air tanah di wilayah Jakarta semakin meningkat. Beberapa sumur memiliki kadar Fe melebihi baku mutu. *Intake* Fe dalam dosis besar pada manusia bersifat toksik karena besi fero bisa bereaksi dengan peroksida dan menghasilkan radikal bebas.

Berdasarkan ADI (*Acceptable Daily Intake*) orang dewasa menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MenKes/Per/IX/1990 tentang syarat-syarat Air Bersih, Keputusan Menteri Kesehatan RI No.907/MenKes/SK/VII/2002 dan Peraturan Menteri Kesehatan No. 492/MenKes/Per/IV/2010 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas Air Minum, maka kadar maksimum yang diperbolehkan untuk Fe adalah 0,3 mg/L. Untuk logam Cr kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 0,03 mg/L sedangkan untuk logam Zn adalah 3,00 mg/L, dan logam Cd adalah 0,003 mg/L.^{14,20}

Klorida adalah ion yang terbentuk sewaktu unsur klor mendapatkan satu elektron untuk membentuk suatu anion (ion bermuatan negatif) Cl⁻. Garam dari asam klorida HCl mengandung ion klorida; contohnya adalah garam meja, yang adalah natrium klorida dengan formula kimia NaCl. Dalam air, senyawa ini terpecah menjadi ion Na⁺ dan Cl⁻. Batas maksimum kadar klorida

dalam sampel air minum menurut Peraturan Menteri Kesehatan adalah 250 mg/L.¹⁴

Banyak faktor yang memengaruhi kesehatan, baik kesehatan individu maupun kesehatan masyarakat. Ada 4 faktor yang memengaruhi kesehatan, baik kesehatan individu maupun kesehatan masyarakat, yaitu perilaku, pelayanan kesehatan, keturunan, dan lingkungan.²¹ Salah satu parameter lingkungan adalah air atau air minum.

Penelitian tentang kualitas air juga pernah dilakukan oleh Danial (2011) tentang uji kelayakan sumber mata air sungai tanggi sebagai air bersih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari segi parameter fisika diperoleh hasil, suhu mata air sungai Tanggi adalah 25 °C, dan TDS air sungai Tanggi adalah, pada sampel 1= 308 Mg/L, sampel 2= 303 Mg/L, sampel 3= 239 Mg/L, sampel 4= 147 Mg/L.²² Kesimpulan dari penelitian tersebut adalah air sungai tanggi sebagai air bersih adalah baik atau layak dikonsumsi menurut parameter suhu dan TDS yang ditetapkan menteri kesehatan.¹⁴

Penelitian lainnya pernah dilakukan oleh Violita dkk (2010) tentang kisaran kandungan parameter fisika dalam sampel air minum isi ulang di Salatiga dan sekitarnya.²³ Hasil penelitian menunjukkan suhu air minum isi ulang berada pada kisaran antara 25-27°C dan TDS antara 0.010-0.130 mg/L. Kesimpulannya adalah kualitas air minum isi ulang di Salatiga dan sekitarnya adalah baik/layak dikonsumsi menurut parameter suhu dan TDS.

Hasil penelitian Danial (2011) dan Violita dkk. (2010) di atas sejalan dengan hasil penelitian ini, bahwa parameter yang diteliti menggunakan parameter fisika air (suhu dan TDS). Kesamaan lainnya adalah hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa air yang diteliti termasuk dalam air yang layak konsumsi (kualitas baik). Perbedaannya, penelitian ini menambahkan beberapa parameter fisika dan kimia air sehingga lebih akurat dalam menentukan kualitas air.

Air yang digunakan sebagai kebutuhan air bersih, sebaiknya air tersebut telah memenuhi syarat dalam parameter biologi, fisika, dan kimia yang sesuai dengan standar yang ditetapkan, sehingga dapat menimbulkan rasa nyaman bagi setiap orang yang mengonsumsinya. Jika salah satu parameter tersebut tidak sesuai, maka kemungkinan air tersebut tidak sehat, karena mengandung beberapa zat kimia, mineral, ataupun senyawa-senyawa organik. yang dapat mengubah warna, rasa, suhu, dan kekeruhan. Pada umumnya air yang tidak memenuhi syarat kesehatan ditinjau dari parameter fisika dan kimia adalah air yang tidak layak untuk dikonsumsi oleh masyarakat, karena dapat menyebabkan gangguan kesehatan.

Secara keseluruhan, kualitas air minum pada 5 merek air minum dalam kemasan yang beredar di Yogyakarta memiliki kualitas yang baik dan layak dikonsumsi.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari kelima sampel air minum kemasan yang Beredar di Yogyakarta memiliki kualitas air minum yang baik menurut parameter fisika dan kimia air berdasarkan baku mutu kualitas air minum yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MenKes/Per IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum.

KEPUSTAKAAN

1. Shyamala, R. 2008. Physicochemical Analysis of Borewell Water Samples of Telungu palayam Area in Coimbatore District, Tamilnadu, India. *E-Journal of Chemistry*, 5(4): 924-929.
2. Momba, Maggy N. B. 2006. Abundance of pathogenic *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* and *Vibrio cholerae* in Nkonkobe drinking water sources. *Journal of Water Health*, 04: 289-296.
3. Eshcol, Jayasheel. 2009. Is fecal contamination of drinking water after collection associated with household water handling and hygiene practices? A study of urban slum households in Hyderabad, India. *Journal of Water and Health*, 7(1): 145-154.
4. Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MenKes/ Per/IX/1990 tentang *Syarat-Syarat Air Bersih*.
5. Amber, Farooqui. 2009. Investigation of a community outbreak of typhoid fever

- associated with drinking water. *BMC Public Health*, 9:476.
6. Abrishamchi, A., Ebrahimian, A., Tajrishi, M., and Mariño, M. (2005). Case Study: Application of Multicriteria Decision Making to Urban Water Supply. *Journal of Water Resource. Plann. Manage*, 131(4), 326–335.
 7. Cronin, Aidan A. 2006. Monitoring source and domestic water quality in parallel with sanitary risk identification in Northern Mozambique to prioritise protection interventions. *Journal of Water Health*, 4: 333-345.
 8. Widiyanti, Ni Luh Putu Manik., Ni Putu Ristiati. 2004 Analisis Kualitatif Bakteri Koliform pada Depo Air Minum Isi Ulang di Kota Singaraja Bali. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, 3(1): 64-73.
 9. Tattit, K., Eram T.P. 2011. Kualitas Bakteriologis Air Sumur Gali. *Jurnal Kemas*, 7 (1): 63-72.
 10. Ramakrishnaiah, C R. 2009. Assessment of Water Quality Index for the Groundwater in Tumkur Taluk, Karnataka State, India. *E-Journal of Chemistry*, 6(2): 523-530.
 11. Trevett, Andrew Francis. 2005. The importance of domestic water quality management in the context of faecal-oral disease transmission. *Journal of Water Health*, 3: 259-270.
 12. Tommy, K.K. 2007. Design for sustainable development-Household drinking water filter for arsenic and pathogen treatment in Nepal. *Journal of Environmental Science and Health*, 42(12): 1879-1888
 13. Luuk, Rietveld. 2008. Integrated simulation of drinking water treatment. *Journal of Water Supply*, 57(3): 133-141
 14. Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MenKes/Per/IV/2010 tentang *Persyaratan Kualitas Air Minum*.
 15. Widodo dan Suadi.2006. *Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut*. Yogyakarta.
 16. Dini, Silvia. 2011. Evaluasi Kualitas Air Sungai Ciliwung di Propinsi Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta Tahun 2000-1020. *Skripsi*. Depok : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.
 17. Yusuf, M.I. 2005. *Laju Pertumbuhan Harian, Produksi, dan Kualitas Rumput Laut*.
 18. Effendy, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Kanisius : Yogyakarta.
 19. Sutika N., 1989. *Ilmu Air*. Universitas Padjajaran : Bandung.
 20. Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 907/MenKes/ Per/IX/2002 tentang *Syarat-Syarat dan pengawasan kualitas air minum*.
 21. Notoadmojo, S. 2002. *Kesehatan Masyarakat ilmu dan seni*. Jakarta: Rineka Cipta.
 22. Danial P, R. 2011. Uji Kelayakan Sumber Mata Air Sungai Tanggi Sebagai Air Bersih. *Skripsi*. Fakultas Ilmu-Ilmu

Kesehatan Dan Keolahragaan
Universitas Negeri Gorontalo.

23. Violita M.A.A, Susanti P. H., Lusiawati Dewi. 2010. Kajian Kualitas Air Minum Isi Ulang (AMIU yang ada di Daerah Salatiga dan sekitarnya. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains*. Salatiga : Universitas Kristen Satya Wacana.