



**DETEKSI KEMURNIAN AIR ZAMZAM DENGAN
MENGUNAKAN METODE SPEKTRIFOTOMETRI *NEAR
INFRARED* (NIR) DAN KEMOMETRIK**

SKRIPSI

Oleh

**Irwin Ulil Hidayah
NIM 102210101051**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2014**



**DETEKSI KEMURNIAN AIR ZAMZAM DENGAN
MENGUNAKAN METODE SPEKTRIFOTOMETRI *NEAR
INFRARED* (NIR) DAN KEMOMETRIK**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Sarjana Farmasi (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Farmasi

Oleh

**Irwin Ulil Hidayah
NIM 102210101051**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan nikmat yang tak terhingga untuk hambaNya.
2. Rasulullah SAW yang senantiasa menjadi penyemangat bagi penulis agar senantiasa bersemangat dalam menuntut ilmu.
3. Orang tua penulis Bpk. Winarto dan Ibu Senira tercinta di Banyuwangi.
4. Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Lestyo W., S.Farm., Apt., M.Farm. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bantuan, bimbingan dan perhatian hingga terselesaikannya skripsi ini Ibu Yuni Retnaningtyas, S.Si., Apt., M.Si. dan Moch. Amrun Hidayat, S.Si., Apt., M.Farm. yang telah meluangkan waktu untuk menguji dan memberikan saran hingga terselesaikannya skripsi ini;

MOTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, Dan Hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.”
(terjemahan Surat *Al-Insyirah* ayat 6-8)^{*)}

Berjuanglah, bersyukurlah dan bersabarlah dalam menghadapi hidup, karena hidup adalah ujian
(*Irwin Ulil H*)

Masa lalu adalah pengalaman, kini dan esok adalah perjuangan untuk meraih ridho Allah SWT
(*Kun Rasyida*)

^{*)}Departemen Agama Republik Indonesia. 2002. Mushaf Al Qur'an dan Terjemahannya. Jakarta : Al Huda

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

nama : Irwin Ulil Hidayah

NIM : 102210101051

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Deteksi Kemurnian Air Zamzam dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri *Near Infrared* (NIR) dan Kemometrik” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juli 2014

Yang menyatakan,

(Irwin Ulil Hidayah)

NIM. 102210101051

SKRIPSI

**DETEKSI KEMURNIAN AIR ZAMZAM DENGAN
MENGUNAKAN METODE SPEKTROFOTOMETRI *NEAR*
INFRARED (NIR) DAN KEMOMETRIK**

Oleh

Irwin Ulil Hidayah

NIM 102210101051

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D.

Dosen Pembimbing Anggota : Lesty W., S.Farm., Apt., M.Farm.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Deteksi Kemurnian Air Zamzam dengan Menggunakan Metode Spektrofometri *Near Infrared* (NIR) dan Kemometrik” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Jum`at, 18 Juli 2014

Tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

Tim Pembimbing:

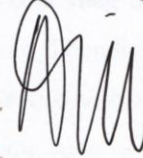
Dosen Pembimbing Utama,



Prof. Drs. Bambang K., M.Sc., Ph.D.

NIP 196902011994031002

Dosen Pembimbing Anggota,

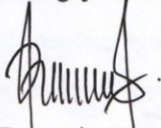


Lestyo Wulandari, S.Farm., Apt., M.Farm.

NIP 197604142002122001

Tim Penguji :

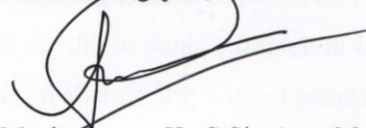
Dosen Penguji I,



Yuni Retnaningtyas, S.Si., Apt., M.Si.

NIP 197806092005012004

Dosen Penguji II,



Moch. Amrun H., S.Si., Apt., M.Farm.

NIP 197801262001121004



Mengesahkan

Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember

Lestyo Wulandari, S.Farm., Apt., M.Farm.

NIP 197604142002122001

RINGKASAN

Deteksi Kemurnian Air Zamzam dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri *Near Infrared* (NIR) dan Kemometrik; Irwin Ulil Hidayah, 102210101051; 2014; 43 halaman; Fakultas Farmasi, Universitas Jember.

Zamzam adalah air yang di anggap suci oleh umat Islam. Zamzam secara bahasa berarti banyak atau melimpah. Air zamzam dapat diperoleh dari sumur zamzam yang terletak di kota Mekah, sebuah kota yang dianggap suci oleh umat Islam. Air zamzam memiliki banyak keutamaan dibandingkan air mineral biasa, yaitu sesuai dengan hadist Rasulullah SAW “*Sebaik-baik air di muka bumi adalah air zamzam. Air tersebut bisa menjadi makanan yang mengenyangkan dan bisa sebagai obat penyakit*”. Keutamaan air zamzam tersebut sangat dipercaya oleh umat Islam sehingga air ini banyak dikonsumsi oleh jutaan umat muslim di dunia. Hal itu menyebabkan permintaan air zamzam di dunia sangat tinggi, Akan tetapi pada tahun 2010 pemerintah Arab Saudi memberlakukan undang-undang larangan ekspor air zamzam keluar negeri untuk kepentingan komersial . Namun demikian saat ini masih banyak perdagangan air zamzam yang tidak otentik di dunia termasuk di Indonesia. Maka dari itu perlu dikembangkan suatu metode yang bisa digunakan untuk menentukan kemurnian air zamzam untuk melindungi hak konsumen, metode yang akan diteliti oleh penulis adalah deteksi kemurnian air zamzam murni dan campuran dengan menggunakan metode spektrofotometri *Near Infra Red* (NIR) dan kemometrik.

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan secara berurutan. Tahap pertama adalah pembuatan sampel air zamzam simulasi dimana sampel simulasi terdiri dari air zamzam murni, air mineral dan campuran air zamzam-air mineral dengan rentang konsentrasi air mineral 0%-100% dan dibagi dalam kelompok *training set* (terdiri dari satu air zamzam murni dan sepuluh air zamzam campuran)

dan *test set* (terdiri dari satu air zamzam murni, dan lima air zamzam campuran dengan konsentrasi air mineral 10%, 20%, 50%, 80%, dan 100%). Tahap kedua adalah pengukuran transmittansi dengan spektrofotometer NIR yang menghasilkan spektrum sampel dan spektrum yang dihasilkan digunakan untuk membentuk dan pemilihan model kalibrasi dan klasifikasi yang terbaik. Tahap selanjutnya adalah pengaplikasian metode NIR dan model yang terpilih terhadap sampel air zamzam yang beredar di pasar Tanjung. Sampling air zamzam yang beredar di pasaran dilakukan dengan teknik *total sampling*.

Spektrum NIR air zamzam murni dan air zamzam campuran memiliki pola serapan yang mirip dan hanya berbeda pada nilai kuantitatif transmittansi, air zamzam murni memiliki transmittansi yang lebih rendah dibandingkan dengan air zamzam campuran dan air mineral. Untuk membedakan spektrum tersebut, digunakan model kalibrasi dan klasifikasi kemometrik berupa PLS, LDA, SIMCA dan SVM terhadap set data dan diperoleh model klasifikasi LDA merupakan model klasifikasi kemometrik yang terbaik dengan nilai *accuracy* sebesar 100% yang artinya model tersebut memiliki kemampuan 100% mengklasifikasikan semua (11 sampel) *training set* dan enam *test set* dengan benar. Setelah dilakukan pengaplikasian terhadap sampel air zamzam yang beredar di pasaran diketahui dari hasil NIR menunjukkan bahwa sampel yang beredar di pasar Tanjung adalah air zamzam campuran.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Deteksi Kemurnian Air Zamzam dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri *Near Infrared* (NIR) dan Kemometrik”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Farmasi Universitas Jember. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember, Ibu Lestyo Wulandari, S.Si., Apt., M.Farm.
2. Bapak Prof. Drs. Bambang Kuswandi., M.Sc., Ph.D.selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Ibu Lestyo Wulandari, S.Si., Apt., M.Farm. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang penuh kesabaran memberi bimbingan, dorongan, meluangkan waktu, pikiran, perhatian dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi ini sehingga bisa terlaksana dengan baik
3. Ibu Yuni Retnaningtyas, S.Si., Apt., M.Si . selaku Dosen Penguji I dan bapak Moch. Amrun Hidayat, S.Si., Apt., M.Farm. Dosen Penguji II, terima kasih atas saran dan kritiknya.
4. Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa
5. Seluruh Dosen Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, bimbingan, saran dan kritik kepada penulis.
6. Orang tua dan keluarga penulis, bapak ibu terimakasih atas dukungan, doa dan pengorbanannya selama ini, adik Devi Feby S, adik Muhammad Hafidz Al Farizy terimakasih karena selalu menjadi penyemangat.

7. Saudari tercinta kak Ros, Mbak Galuh, Nina, Tira, kak Kun, Ulya, Dek Ika, Dek Riris, Dek Zila, Endah, Imas terimakasih atas keikhlasan dan cinta kasih yang diberikan selama ini.
8. Teman-teman skripsi kimia seperjuangan Kun Rasyida, Khrisna Agung, Annisa Rahmawati, Yunita Purnamasari, Rahadian Vishnu, Nuha Majidah, Lely, Nova, Wimala, Nisa' yang selalu siap memberi bantuan tenaga dan pikiran, terimakasih sahabat.
9. Teman-teman dan adik-adik BEM Fakultas Farmasi, UKM Asy Syifa', UKM Karisma Fakultas Farmasi Universitas Jember.
10. Sahabat-sahabat kepompong tercinta Siti Fatimah, Septian Indra, Denny Sofian, Nanang Z terimakasih atas dukungan dan doanya selama ini.
11. Teman-teman KKN Kelompok 45, Pak kordes Naufal, Fira, Mak Rani, Firda, Delfi, Mas Ndok, ivan, Lek Arry, Haris, Deby.
12. Keluarga Bapak Samsul dan Mas Imam Wahyudi, terimakasih atas bantuannya untuk memperoleh air zamzam murni.
13. Teknisi Laboratorium Kimia Farmasi bu wayan dan Mbak Hani yang telah membantu dan memberi masukan.
14. Rekan-rekan seperjuangan angkatan 2010 FARMAKEPO yang telah berjuang bersama-sama demi sebuah gelar Sarjana Farmasi yang akan selalu menjadi sebuah keluarga.
15. Seluruh civitas akademika dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Hanya doa yang dapat penulis panjatkan semoga segala kebaikan dan dukungan yang diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Tuhan. Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Air	5
2.2 Air Zamzam	6
2.2.1 Sejarah Air Zamzam.....	6
2.2.2 Sumur Zamzam	6

2.2.3 Perbedaan Air Zamzam dan Air Mineral	8
2.3 Spektroskopi Infra Merah atau <i>Infra Red</i> (IR)	8
2.3.1 Spektroskopi IR Dispersif (Konvensional).....	9
2.3.2 Spektroskopi Infra Merah Dekat	9
2.4 Analisis Kemometrik dengan <i>The Unscrambler</i>	13
2.4.1 <i>Partial Least Square</i> (PLS).....	15
2.4.2 <i>Principal component Analysis</i> (PCA)	16
2.4.3 <i>Soft Independent Modelling of Class Analogies</i> (SIMCA) ..	17
2.4.4 <i>Linear Discriminant Analysis</i> (LDA).....	18
2.4.5 Support Vector Machines (SVM)	19
BAB 3. METODE PENELITIAN	20
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.2 Bahan dan Alat	20
3.2.1 Bahan	20
3.2.2 Alat	20
3.3 Rancangan Penelitian	20
3.3.1 Rancangan Operasional	20
3.3.2 Diagram Alir Penelitian.....	21
3.4 Prosedur Penelitian	22
3.4.1 Pembuatan Sampel Simulasi	22
3.4.2 Pengukuran Pantulan Spektrum Infra Merah Dekat	22
3.4.3 Analisis Data Spektrum dengan Kemometrik	23
3.4.4 Aplikasi Sampel yang Beredar di Pasaran.....	23
3.4.5 Penentuan Berat Jenis Air.....	24
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Pembuatan Sampel simulasi Air Zamzam Murni dan Campuran	25
4.2 Spektrum Inframerah Air Zamzam Murni dan Air mineral ..	27

4.2.1 Spektrum Air zamzam Murni dan Campuran.....	27
4.3 Pembentukan dan Pemilihan Model Kalibrasi dan	
Klasifikasi.....	29
4.3.1 Pembentukan Model Kalibrasi PLS	29
4.3.2 Pembentukan Model Klasifikasi.....	32
4.3.3.Evaluasi Model Klasifikasi dengan Sampel Test Set	34
4.3.4 Pemilihan Model Klasifikasi Terbaik.....	34
4.4 Aplikasi Pada Sampel Air Zamzam yang beredar di Pasaran	35
4.4.1 Sampling.....	35
4.4.2 Deteksi Kemurnian Air Zamzam Menggunakan Spektroskopi NIR dan Kemometrik.....	36
BAB 5. PENUTUP.....	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.5. Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN.....	44

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Sifat Fisika Kimia Air.....	5
2.2 Perbandingan Air Zamzam dan Air Mineral	7
4.1 Komposisi dan Kategori Air Zamzam Murni dan Air Zamzam Campuran untuk <i>Training Set</i>	26
4.2 Komposisi Komposisi dan Kategori Air Zamzam Murni dan Air Zamzam Campuran untuk <i>Test Set</i>	27
4.3 Hasil Klasifikasi Model LDA, SIMCA, dan SVM terhadap <i>Test Set</i>	34
4.4 Nilai Kemampuan Pengenalan dan Prediksi Model Klasifikasi LDA, SIMCA, dan SVM.....	35
4.5 Daftar Merek Air Zamzam yang Beredar Di Pasar Tanjung Kabupaten Jember	36
4.6 Hasil Prediksi Model PLS terhadap Sampel Air Zamzam yang Beredar di Pasaran	37
4.7 Prediksi Model LDA Terhadap Sampel Air Zamzam yang Beredar di Pasaran	37
4.8 Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Berat jenis Air dengan menggunakan Pknometer	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Struktur Sumur Zamzam	7
2.2 Gambar Skematis Sistem Dipersif dalam Pengukuran Transmittan.	11
2.3 Konfigurasi NIR Spektrofotometer.....	12
2.4 Skema Pengukuran Transmittansi.....	12
2.5 Skema Pengukuran Refleksi	13
2.6 Bagan Metode Kemometrik	14
2.7 Prinsip PCA.....	17
2.8 Prinsip SVM.....	19
3.1 Diagram Alir Penelitian	21
4.1 Spektrum Air Zamzam, Air Mineral dan Air Tanpa Mineral	28
4.2 Spektrum Air Zamzam, Campuran Air Mineral 50% dan 100%	29
4.3 Data PLS Model <i>Training Set</i>	30
4.4 Pengujian Model Menggunakan Sampel <i>Test Set</i>	31
4.5 Pemetaan dengan Model LDA	33
4.6 Pemetaan Model SIMCA	33
4.7 Prediksi Model PLS Terhadap Sampel	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Alat dan Bahan yang Digunakan	44
A.1 Sampel <i>Training Set</i>	44
A.2 Sampel <i>Test Set</i>	44
A.3 Spektrofotometer NIR	4
A.4 Sampel dari Pasaran	44
B. Data Spektrum Inframerah yang Dihasilkan	45
B.1 Spektrum <i>Training Set</i>	445
B.2 Spektrum <i>Test set</i>	45
C.Data Kemometrik dan Perhitungan Kemampuan Pengenalan	46
C.1 Model LDA	46
C.2 Model SVM.....	49
C.3 Model SIMCA	51
D. Model PLS.....	53
D.1 PLS <i>Training Set</i>	53
D.2 PLS <i>Test Set</i>	53
E. Aplikasi pada Sampel yang Beredar di Pasaran	54
E.1 Hasil Pengujian Sampel dengan Model PLS	54
E.2 Prediksi Kategori Menggunakan Model LDA.....	55
F. Perhitungan Berat Jenis Air dengan Piknometer.....	56
F.1 Hasil Penimbangan.....	56
F.2 Hasil Analisis Data menggunakan Uji Kruskal Wallis	57

DAFTAR SINGKATAN

ATR	: <i>Attenuated Total Reflectance</i>
NIR	: <i>Near Infra Red</i>
LDA	: <i>Linear Discriminant Analysis</i>
PC	: <i>Principal Component</i>
PCA	: <i>Principal Component Analysis</i>
PLS	: <i>Partial Least Square</i>
SIMCA	: <i>Soft Independent Modelling of Class Analogies</i>
SVM	: <i>Support Vector Machine</i>