



TUGAS AKHIR - TF 181801

ANALISIS KANDUNGAN ELEMEN BAHAN AKTIF DALAM SALIVA PADA PENGGUNA SIWAK DAN BUKAN PENGGUNA SIWAK MENGGUNAKAN LASER INDUCED BREAKDOWN SPECTROSCOPY (LIBS)

AL RIZQI FAUZIYAH
NRP. 02311745000019

Dosen Pembimbing :
Dr.rer.nat.Ir. Aulia M.T. Nasution, MSc.
Dr.Ir. Hery Suyanto M.T.
Dr.Taufan Bramantoro, drg., M.Kes.

DEPARTEMEN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



FINAL PROJECT - TF 181801

***ANALYSIS OF CONTENT OF ACTIVE
MATERIAL ELEMENTS IN SALIVA USING
SIWAK USERS AND NOT SIWAK USERS USING
LASER INDUCED BREAKDOWN
SPECTROSCOPY (LIBS)***

AL RIZQI FAUZIYAH
NRP. 02311745000019

Supervisors :
Dr.rer.nat.Ir. Aulia M.T. Nasution, M.Sc
Dr.Ir. Hery Suyanto M.T
Dr.Taufan Bramantoro,drg., M.Kes

DEPARTMENT OF ENGINEERING PHYSICAL
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Al Rizqi Fauziyah
NRP : 02311745000019
Departemen/ Prodi : Teknik Fisika/ S1 Teknik Fisika
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri
Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "Analisis Kandungan Elemen Bahan Aktif dalam Saliva pada Pengguna Siwak dan Bukan Pengguna Siwak Menggunakan Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS)" adalah benar karya saya sendiri dan bukan plagiat dari karya orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat pada Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 30 Juli 2019

menyatakan,



Al Rizqi Fauziyah
NRP 02311745000019

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

ANALISIS KANDUNGAN ELEMEN BAHAN AKTIF
DALAM SALIVA PADA PENGGUNA SIWAK DAN
BUKAN PENGGUNA SIWAK MENGGUNAKAN LASER
INDUCED BREAKDOWN SPECTROSCOPY (LIBS)

Oleh:

Al Rizqi Fauziah
NRP. 02311745000019

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

Dr. rer. nat. Ir. Aulia M.T. Nasution, MSc.
NIPN. 19671117 199702 1 001

Menyetujui,
Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Hery Suyanto M.T.
NIPN. 19630421 199003 1 015

Menyetujui,
Dosen Pembimbing III

Dr. Taufan Bramantoro, drg., M.Kes.
NIPN. 19840622 200812 1 004

Mengetahui,
Kepala Departemen
Teknik Elektro FTI-ITS

Mus. Muhammad Hatta, S.T., M.Si., Ph.D.
NIPN. 19780902 200312 1 002

**ANALISIS KANDUNGAN ELEMEN BAHAN AKTIF
DALAM SALIVA PADA PENGGUNA SIWAK DAN
BUKAN PENGGUNA SIWAK MENGGUNAKAN LASER
INDUCED BREAKDOWN SPECTROSCOPY (LIBS)**








TUGAS AKHIR

Diapukan untuk Memenuhi Salah Satu
Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh

AL RIZQI FAUZIYAH
NRP. 02311745000054

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Dr rer.nat.Ir.Aulia M.T.Nasution, MSc.  (Pembimbing I)
2. Dr Ir Hery Suyanto, M.T.  (Pembimbing II)
3. Dr. Taufan Bramantoro, drg., M.Kes.  (Pembimbing III)
4. Prof. Dr. Ir. Sekartedjo, MSc.  (Ketua Penguji)
5. Agus Muhamad Hatta, S.T., M.Si., Ph.D.  (Penguji I)
6. Dr. Ing Doty D Risanti, S.T., M.T.  (Penguji II)
7. Moh. Kamalul Wafi, S.T., MSc.DIC.  (Penguji III)

SURABAYA
JULI, 2019

**ANALISIS KANDUNGAN ELEMEN BAHAN AKTIF
DALAM SALIVA PADA PENGGUNA SIWAK DAN
BUKAN PENGGUNA SIWAK MENGGUNAKAN LASER
INDUCED BREAKDOWN SPECTROSCOPY (LIBS)**

Nama : Al Rizqi Fauziyah
NRP : 02311745000019
Departemen : Teknik Fisika FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Dr.rer.nat.Ir.Aulia M.T. Nasution, MSc.
Dr.Ir. Hery Suyanto M.T.
Dr. Taufan Bramantoro, drg.,M.Kes.

Abstrak

Kampanye menyikat gigi dengan siwak masih terus digalakkan oleh WHO di negara-negara berpendapatan rendah. Bahkan WHO atau Organisasi Kesehatan Dunia turut merekomendasikan masyarakat dunia menggunakan batang pohon ini untuk menjaga kesehatan gigi dan mulut sejak tahun 1987. Siwak sebagai alat pembersih gigi yang murah, aman berbentuk seperti sikat dan menghasilkan unsur kimia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan elemen bahan aktif apa saja yang terlepas dalam saliva pada pengguna siwak dan bukan pengguna siwak. Metode penelitian yang digunakan untuk mengetahui kandungan elemen bahan aktif yaitu menggunakan Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) dengan energi sebesar 120 mJ dengan delay time 0,5 μ s. Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa Intensitas emisi unsur yang terdeteksi pada saliva berada pada rentang panjang gelombang 394.10 nm sampai dengan 876.76 nm, yaitu pada detektor ke 3 sampai dengan ke 7 pada LIBS. Analisa dengan PCA membentuk satu kelompok tersendiri untuk saliva pengguna sikat gigi. Sedangkan untuk saliva pengguna siwak menunjukkan bahwa siwak mempunyai reaksi yang berbeda pada tiap individu.

Kata kunci : LIBS, Saliva, Kesehatan mulut, Siwak, PCA

***ANALYSIS OF CONTENT OF ACTIVE MATERIAL
ELEMENTS IN SALIVA USING SIWAK USERS AND
NOT SIWAK USERS USING LASER INDUCED
BREAKDOWN SPECTROSCOPY (LIBS)***

Name : Al Rizqi Fauziyah
NRP : 02311745000019
Departement : Teknik Fisika FTI-ITS
Supervisors : Dr.rer.nat.Ir.Aulia M.T. Nasution, MSc.
Dr.Ir. Hery Suyanto M.T.
Dr. Taufan Bramantoro, drg.,M.Kes.

Abstract

Siwak was a natural toothbrush which has a good natural contents to maintain dental and oral. In other way, siwak was cheaper than toothbrush. In this research natural contents of siwak was determine using LIBS method. Saliva of siwak users compared with saliva of toothbrush users. Saliva was shoot with LIBS energy of 120 mJ and delay time of 0.5 microsecond. The result shows that intensity emissions of saliva was detected in range 399.10-876 nm which was on 3-7 LIBS detector. Analysis with PCA forms a separate group for the saliva of toothbrush users. saliva of siwak users indicate that siwak has a different reaction to each individual.

Keywords : LIBS, Saliva, Oral Health, Siwak, PCA

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya serta sholawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Analisis Kandungan Elemen Bahan Aktif dalam Saliva pada Pengguna Siwak dan Bukan Pengguna Siwak Menggunakan Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS)”**. Penulis telah memperoleh bantuan dari berbagai pihak dalam penyelesaian tugas akhir ini, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Sunaryo dan Ibu Ratna Mufidah, kedua adik penulis Juned dan Indra, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, motivasi dan do'a.
2. Bapak Agus Muhammad Hatta, S.T. M.Si, Ph.D. selaku Ketua Departemen Teknik Fisika FTI ITS dan selaku dosen wali yang telah membimbing selama perkuliahan.
3. Bapak Dr.rer.nat.Ir. Aulia M.T. Nasution, M.Sc, Bapak Dr.Ir. Hery Suyanto M.T dan dokter Taufan Bramantoro,drg., M.Kes selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, motivasi dan saran dalam penyelesaian tugas akhir.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Sekartedjo, M.Sc selaku Kepala Laboratorium Rekayasa Energi dan Pengkondisian Lingkungan Teknik Fisika FTI ITS.
5. Ibu Lizda Johar Mawarani, S.T., M.T. selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan dan motivasi selama penulis menuntut ilmu di Departemen Teknik Fisika.
6. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya selama penulis menuntut ilmu di Departemen Teknik Fisika FTI ITS.
7. Teman – teman Departemen Lintas Jalur Teknik Fisika angkatan 2017.
8. Teman seperjuangan Ayu Tri Jayanti, dan teman-teman Laboratorium Universitas Udayana dan seluruh asisten

yang membantu dalam penelitian, Lion, Rambu, Kak Trisna dan Kak Dewi.

9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan tugas akhir ini tidak sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan ilmu bagi banyak orang.

Surabaya, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR - TF 181801	i
FINAL PROJECT - TF 181801	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
Abstrak	xi
<i>Abstract</i>	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR SIMBOL	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
BAB II DASAR TEORI	19
2.1 Defini dan Fungsi Saliva	19
2.1.2 Kompenen Saliva	20
2.1.2 Standart Ideal Saliva	22
2.2 Pohon Siwak (<i>Salvadora Persica</i>)	23
2.3 <i>Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS)</i>	24
2.3.1 Prinsip kerja LIBS	25
2.4 Software Unscrambler	28
2.4.1 Univariate dan Multivariate Regresion	29
2.4.2. <i>Principal Component Analysis (PCA)</i>	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1 Diagram Alir Penelitian	32
3.2 Persiapan Sampel	34
3.2.1 Kriteria Responden	34
3.2.2 Perlakuan terhadap responden	35
3.2.3 Teknik Pengumpulan Saliva	35

3.2.4 Teknik Penyimpanan Sampel	36
3.3 Pengujian Sampel	37
3.3.1 Uji LIBS	37
3.3.2 Metode Persiapan Sampel	37
3.3.3 Set Up Alat Pengujian	38
3.3.4 Karakteristik Kondisi Umum	38
3.3.5 Pengujian Sampel Menggunakan LIBS	38
3.3.6 Penentuan Unsur Sampel	41
3.4 Hasil Pengujian Sampel	41
3.5 Perbandingan Bahan Aktif dalam Saliva pada Pengguna Siwak dan Bukan Pengguna Siwak	42
3.6 Analisa Data	42
3.7 Penyusunan Laporan	43
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Analisis Hasil Uji LIBS pada Sampel Siwak	31
4.2 Analisis Hasil Uji LIBS pada Saliva	35
4.3 Analisis Hasil Uji LIBS pada gigi	44
BAB V PENUTUP	49
5.1 Kesimpulan	49
DAFTAR PUSTAKA	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pohon Siwak (<i>Salvadora Persica</i>) di Saudi Arabia [15]	24
Gambar 2. 2 Skema Sistem LIBS	27
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian	33
Gambar 3. 2 Sikat dan siwak yang digunakan	34
Gambar 3. 3 Sampel saliva responden	36
Gambar 3. 4 Sampel saliva beku	36
Gambar 3. 5 Skema Pengujian menggunakan LIBS [16]	39
Gambar 3. 6 Tampilan Perangkat Lunak OOLIBS	39
Gambar 3. 7 Penampang melintang siwak pada perbesaran 40mm	40
Gambar 3. 8 Saliva beku sebelum diuji dengan LIBS pada perbesaran 40mm	40
Gambar 3. 9 Tampilan perangkat lunak ADDLIBS	41
Gambar 3. 10 Hasil pengujian sampel beserta unsurnya	42
Gambar 4. 1 Overlay spektrum siwak dari ujung dan pangkal	32
Gambar 4. 2 Spektrum siwak dan unsurnya	33
Gambar 4. 3 Spektrum Saliva sebelum Menggunakan Siwak dan Sikat Gigi	36
Gambar 4. 4 Spektrum Saliva Pengguna Siwak	38
Gambar 4. 5 Spektrum Saliva Sikat Gigi	38
Gambar 4. 6 Overlay saliva siwak dan saliva sikat gigi	40
Gambar 4. 7 PCA pada Pengguna Siwak dan Bukan Pengguna Siwak	40
Gambar 4. 8 Clustering saliva pengguna siwak dan pengguna sikat gigi	42
Gambar 4. 9 Data unsur berdasarkan unscrambler pada saliva pengguna siwak dan bukan pengguna siwak	42
Gambar 4. 10 Hasil PCA Saliva Sebelum Menggunakan Siwak dan Sesudah Menggunakan Siwak	43
Gambar 4. 11 Hasil clustering saliva sebelum menggunakan siwak dan sesudah menggunakan siwak	44
Gambar 4. 12 Spektrum gigi dan unsurnya	45
Gambar 4. 13 Overlay spektrum gigi dan siwak	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Data unsur-unsur dalam saliva (database NIST)	21
Tabel 2. 2 Hasil Tes Viskositas pada Pemeriksaan Saliva dengan menggunakan Saliva-Check Buffer Kit	22
Tabel 4. 1 Unsur-unsur utama yang terkandung dalam siwak	33
Tabel 4. 2 Unsur Saliva Sebelum Menggunakan Siwak dan Sikat Gigi	37
Tabel 4. 3 Unsur yang terkandung dalam gigi	46

DAFTAR SIMBOL

E	Energi (Joule)
h	Tetapan planck ($6,626 \times 10^{-34}$ Js)
c	Kecepatan cahaya (m/s)
	Panjang gelombang (nm)
x	variabel prediktor
y	variabel respon
b_0	intersep
b_1	koefisien regresi
T	matriks skor
P	memuat matriks
E	matriks kesalahan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menyikat gigi adalah tindakan preventif yang paling mudah dan murah untuk dilakukan. Sikat gigi tradisional atau yang disebut siwak (*Salvadora Persica*) telah digunakan sejak zaman sejarah kuno oleh bangsa Babylonia sekitar 7000 tahun yang lalu [1] [2]. Siwak sebagai alat pembersih gigi yang murah, aman berbentuk seperti sikat dan menghasilkan unsur kimia. Sejak tahun 1987 siwak direkomendasikan oleh WHO sebagai alat pembersih gigi dan mulut yang murah dan mempunyai manfaat yang sama dengan pasta gigi. Siwak menggabungkan dua fungsi dalam satu pemakaian yaitu efek sikat dan pasta gigi [3]. Siwak dapat menghasilkan efek mekanik dan biologi [4]. Studi lain telah dilakukan oleh Sushil Kaur menunjukkan bahwa mengunyah siwak akan mengakibatkan kenaikan laju aliran rata-rata pH, kadar kalsium fosfat, klorida dan tiosianat dari seluruh saliva, kondisi ini secara tidak langsung menunjukkan bahwa tanaman yang digunakan sebagai sikat gigi ini mungkin memiliki potensi melepas bahan ke dalam saliva yang dapat mempengaruhi keadaan kesehatan mulut. Namun pengguna siwak di era modern ini sudah sangat jarang sekali ditemukan. Hal ini disebabkan oleh penemuan alat pembersih gigi modern yang berbahan dasar plastik polypropylene dan nylon.

Saliva telah diteliti sebagai cairan fisiologis tubuh yang sangat potensial dalam menegakkan diagnosis. Pengumpulannya yang mudah, tidak membutuhkan keahlian khusus, tidak melukai jaringan, dan kandungannya yang hampir sama dengan plasma darah menjadikan saliva sebagai sampel alternatif yang dapat diperhitungkan. Diagnosa yang dapat ditegakkan dari sampel saliva yaitu agen infeksi, penyakit local dan sistematik, level hormon dan obat-obatan [5]. Saliva terdiri dari 99% air dan 1% bahan padat yang didominasi oleh protein dan elektrolit. Menurut penelitian Najooan dkk (2014) dan Angela (2005) adanya

gerakanmekanis seperti menyikat gigi dan berkumur dapat merangsang sekresi saliva dan meningkatkan pH saliva [6] [7]

Mengacu pada masalah tersebut, pada beberapa tahun terakhir dikembangkan sebuah teknologi berupa radiasi gelombang elektromagnetik yang diharapkan meningkatkan keakuratan dalam mendiagnosa kandungan bahan aktif pada saliva. Salah satu teknik yang dapat digunakan adalah teknik spektroskopi, yaitu teknik yang dilakukan dengan menginteraksikan cahaya dengan objek (saliva) sehingga dapat diperoleh info spektrumnya. *Laser-Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS) adalah bentuk spektroskopi emisi atom yang sederhana dan cepat untuk analisis kualitatif atau kuantitatif, tidak merusak dan hampir tanpa preparasi sampel. Teknik ini dapat digunakan untuk menganalisis berbagai jenis material seperti padatan, cairan dan gas dan dapat dilakukan secara *in situ*, *in vivo* atau *in vitro* dan untuk monitoring proses secara *real-time*. Teknik ini memiliki beberapa keunggulan di antaranya cepat, akurat, sensitivitas tinggi, penggunaan sampel sedikit [8]. Metode ini banyak diaplikasikan pada jaringan hidup, salah satunya pada jaringan terklasifikasi seperti gigi dan tulang [9]. Sistem LIBS dapat menganalisa komposisi trace elements, sehingga dapat diketahui kandungan bahan aktif yang terdapat pada saliva.

Pada penelitian ini teknik LIBS digunakan sebagai deteksi kandungan bahan aktif yang terlepas ke dalam saliva pada pengguna siwak dan bukan pengguna siwak yang dapat mempengaruhi keadaan kesehatan mulut. Analisa kimia dari *Salvadora Persica* miswak menunjukkan adanya β -sitosterol dan asam [10], klorida, salvadourea, dan gipsum; senyawa organik, seperti pirolidin, pirol, dan turunan piperidin [11] glikosida, seperti salvadoside dan salvadoraside [12] dan flavonoid, termasuk kaempferol, quercetin, quercetin rutin, dan quercetin glucoside [13]. Sedangkan analisa kimia dari sikat gigi yang terbuat dari plastik plastik PP menunjukkan adanya *polycarbonate* yang dapat mengeluarkan bahan utama yaitu Bisphenol-A yang berpotensi merusak sistem hormon, kromosom, serta mengubah sistem imunitas. Komposisi unsur pada saliva terhadap kandungan bahan aktif akan

ditampilkan dalam bentuk spectra emisi atom dengan teknik LIBS. Informasi unsur bahan aktif pada saliva diperoleh dengan perangkat AddLIBS. Pengolahan data secara statistik dilakukan dengan beberapa perangkat lunak, yaitu *Microsoft Office* dan SPSS.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, pada laporan tugas akhir ini akan dipaparkan mengenai kandungan bahan aktif yang terlepas dalam saliva berdasarkan bentuk spektrumnya dengan menggunakan *Laser Induced Breakdown Spektroskopi* (LIBS).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diangkat dalam penelitian ini, maka permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana menentukan kandungan bahan aktif apa saja yang terlepas ke dalam saliva pada pengguna siwak dan bukan pengguna sikat gigi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah menentukan bahan aktif apa saja yang terlepas ke dalam saliva pada pengguna siwak dan bukan pengguna siwak, dengan mengidentifikasi elemen-elemen tersebut berdasarkan spektrumnya dengan *Laser Induced Breakdown Spektroskopi* (LIBS).

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir ini antara lain :

- a. Sampel saliva yang digunakan adalah sampel saliva pada laki-laki
- b. Sampel saliva yang digunakan adalah pada laki-laki berumur antara 20 sampai 25 tahun
- c. Sampel saliva yang digunakan adalah sampel saliva pengguna siwak dan pengguna sikat gigi biasa
- d. Sampel saliva yang digunakan adalah sampel yang diambil pada waktu yang sama setelah menggunakan siwak dan sikat gigi biasa

- e. Spektrometer yang digunakan adalah *Laser Induced Breakdown Spectroscopy*.
- f. Proses analisa difokuskan untuk mengidentifikasi kandungan elemen bahan yang masuk ke dalam saliva

BAB II

DASAR TEORI

Bab ini berisi tentang teori –teori dasar yang menjadi prinsip alur berfikir dari penyelesaian permasalahan untuk mencapai tujuan penelitian Tugas Akhir.

2.1 Definisi dan Fungsi Saliva

Saliva merupakan gabungan dari berbagai cairan dan komponen yang diekskresikan ke dalam rongga mulut. Saliva dihasilkan oleh tiga pasang kelenjar saliva mayor (parotid, submandibular, dan sublingual) serta sejumlah kelenjar saliva minor, dan cairan dari eksudat ginggiva

Saliva adalah cairan sekresi eksokrin di dalam mulut yang berkontak dengan mukosa dan gigi, berasal terutama dari tiga pasang kelenjar saliva mayor dan kelenjar saliva minor pada mukosa oral. Berdasarkan sumbernya ada dua jenis saliva yaitu saliva glandular yang berasal dari kelenjar saliva dan *whole saliva*. *Whole saliva* adalah campuran cairan yang berasal dari kelenjar saliva, sulkus gingival, transudat mukosa oral, *mucus* dari rongga hidung dan faring, bakteri oral, sisa makanan, epitel yang terdeskuamasi, sel darah, serta sebagian kecil obat-obatan dan produk kimia [14]. Saliva terdiri dari 99% air dan 1% bahan padat yang didominasi oleh protein dan elektrolit. Elektrolit yang paling banyak terdapat di saliva adalah natrium, kalium, klorida, bikarbonat, kalsium fosfat dan magnesium. Komposisi saliva di rongga mulut ditentukan oleh tingkatan sekresi dari sel acinar ke sistem duktus yang menyebabkan peningkatan konsentrasi garam dan osmolaritas seiring dengan peningkatan laju aliran saliva [14]. Komponen saliva berperan penting dalam menjalankan fungsi-fungsi saliva.

Sekitar 0,5 L saliva disekresikan dalam 24 jam, paling banyak di pagi-siang hari. Aliran saliva distimulasi melalui refleks neural pathway yang distimulasi dengan mengecap dan mengunyah makanan. Faktor yang mempengaruhi *stimulated saliva* adalah sumber stimulus, merokok, ukuran kelenjar, refleks muntah, refleks penciuman, stimulus unilateral dan makanan [15].

2.1.2 Komponen Saliva

Saliva terdiri dari 94%-99,5% air, bahan organik, dan anorganik. Komponen anorganik dari saliva antara lain Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , H^+ , PO_4 , dan HPO_4^{2-} . Komponen anorganik yang memiliki konsentrasi tertinggi adalah Na^+ dan K^+ . Sedangkan komponen organik utamanya adalah protein dan musin. Selain itu ditemukan juga lipida, glukosa, asam amino, ureum amoniak, dan vitamin. Komponen organik ini dapat ditemukan dari pertukaran zat bakteri dan makanan. Protein yang secara kuantitatif penting adalah -amilase, protein kaya prolin, musin, dan imunoglobulin

Komponen anorganik di dalam sampel saliva sesuai dengan tabel 2.1 diantaranya adalah Ca (kalsium), Na (natrium), K (kalium) dan F (fluor). Unsur – unsur tersebut terdapat pada beberapa rentang panjang gelombang pengukuran. Tabel tersebut menunjukkan bahwa setiap unsur memiliki intensitas emisi dan standar deviasi yang berbeda-beda. Terdapat faktor internal dan eksternal yang mempengaruhi pembacaan intensitas ini, seperti di antara faktor internal yang mempengaruhi adalah tingkatan energi atom, populasi atom pada setiap level energi dan probabilitas perpindahan atom ke level energi yang lebih tinggi. Faktor eksternal yang mempengaruhi adalah energi laser yang digunakan untuk evaporasi atom, panjang gelombang dari laser dan efektifitas emisi [16].

Saliva disekresi sekitar 0,5 sampai 1,5 liter per hari. Tingkat perangsangan saliva tergantung pada kecepatan aliran saliva yang bervariasi antara 0,1 sampai 4 ml/menit. Pada kecepatan 0,5 ml/menit sekitar 95% saliva disekresi oleh kelenjar parotis (saliva encer) dan kelenjar submandibularis (saliva kaya akan musin), sisanya disekresi oleh kelenjar sublingual dan kelenjar-kelenjar di lapisan mukosa mulut. Sekresi saliva yang bersifat spontan dan kontinu, tanpa adanya rangsangan yang jelas, disebabkan oleh stimulasi konstan tingkat rendah ujung-ujung saraf parasimpatis yang berakhir di kelenjar saliva berfungsi untuk menjaga mulut dan tenggorokan tetap basah setiap waktu.

Tabel 2. 1 Data unsur-unsur dalam saliva (database NIST)

Unsur	Panjang Gelombang (nm)	Intensitas (A.u)
Ca	396.8467	153.61
	422.6727	175.76
	442.5441	149.29
	443.4960	151.64
	445.4781	154.84
	558.8757	183.64
	612.2219	185.23
	616.2172	189.16
	643.9073	160.79
	646.2566	153.76
K	649.3780	151.82
	766.4899	383.48
Na	769.8964	353.08
	588.9950	482.70
	589.5924	439.02
O	818.3256	193.72
	777.3000	197.27
H	656.2725	150.80
F	780.0212	209.34

Pengumpulan saliva dilakukan pada waktu yang tepat. Faktor yang mempengaruhi sekresi dan komposisi saliva antara lain sebagai berikut :

- Durasi pengumpulan optimal saliva adalah 10 menit untuk diagnostik dan research [14]
- Pasien di instruksikan tidak makan dan minum 90 menit sebelum pengambilan saliva

- Tidak menelan dan mengunyah selama pengumpulan saliva
 - Pengumpulan saliva selalu dilakukan pada waktu yang sama
- Suhu ruangan juga perlu dipertimbangkan dalam proses pengumpulan saliva.

2.1.2 Standart Ideal Saliva

Saliva terdiri dari 99% air dan 1% protein dan elektrolit, sehingga saliva seharusnya tampak jernih, encer dan mengandung sedikit buih serta memiliki kemampuan untuk membentuk lapisan yang sangat tipis pada seluruh jaringan keras dan lunak. Nilai viskositas saliva diukur secara visual berdasarkan kemampuan mengalirnya saliva ketika gelas ukur dimiringkan dan banyaknya busa yang terlihat.

Salah satu fungsi penting saliva adalah untuk membersihkan debris dari rongga mulut. Saliva yang berbuih memiliki kandungan air yang lebih sedikit dan memiliki kemampuan protektif yang lebih rendah terhadap jaringan lunak dan keras yaitu berkurangnya kemampuan pembersihan dan ketidakmampuan saliva dalam membentuk lapisan yang dapat melindungi permukaan gigi.

Pada orang normal, laju aliran saliva dalam keadaan tidak terstimulasi sekitar 0,3-0,4 ml/menit. Jumlah sekresi saliva per hari tanpa distimulasi adalah 300 ml. Sedangkan ketika tidur selama 8 jam, laju aliran saliva hanya sekitar 15 ml. Dalam kurun waktu 24 jam, saliva rata-rata akan terstimulasi pada saat makan selama 2 jam. Lalu saliva berada dalam kondisi istirahat selama 14 jam, dengan total produksi saliva 700-1500 ml. Sisanya merupakan saliva dalam kondisi istirahat. Ketika saliva distimulasi, laju aliran saliva meningkat hingga mencapai 1,5-2,5 ml/menit. Pasien disebut xerostomia jika saat terstimulasi laju aliran saliva kurang dari 0,7 ml/menit. [5]

Tabel 2. 2 Hasil Tes Viskositas pada Pemeriksaan Saliva dengan menggunakan Saliva-Check Buffer Kit

Hasil Test Viskositas	Pembagian Warna
Saliva terlihat kental, lengket dan apabila gelas ukur dimiringkan saliva tidak mengalir (<i>sticky frothy</i>)	Merah
Saliva terlihat berwarna putih busa, tidak menggenang dan apabila gelas ukur dimiringkan saliva mengalir dengan pelan (<i>frothy bubbly</i>).	Kuning
Saliva terlihat cair, menggenang, tidak menunjukkan busa, dan apabila dimiringkan saliva mengalir dengan cepat (<i>watery clear</i>).	Hijau

Dari tabel tersebut terdapat pembagian warna yang menjelaskan bahwa semakin cair hasil tes viskositas, maka semakin baik kadar salivanya. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan saliva untuk memberihkan mulut lebih baik dan ketidakmampuan saliva dalam membentuk lapisan yang dapat melindungi permukaan gigi semakin baik pula.

2.2 Pohon Siwak (*Salvadora Persica*)

Salvadora Persica (Kharijal) adalah semak besar, bercabang banyak dan selalu hijau yang ditemukan di daerah kering. *Salvadora persica* telah banyak digunakan di dunia selama ribuan tahun sebagai metode alami untuk membersihkan gigi [10]. Siwak atau Miswak (*Salvadora Persica*.) adalah sebuah tanaman yang di dalam ilmu Biologi termasuk ke dalam keluarga Salvadoracea, dan telah banyak dibudidayakan dan tersebar di daerah-daerah gersang di dunia, dari India di Timur membentang hingga semenanjung Arab, Irak, Sudan di Utara, dan Afrika Tengah ke Mauritania di Barat. *Salvadora persica*, atau pohon Arak, dalam bahasa Inggris dikenal dengan “tooth brush tree” (pohon sikat

gigi), adalah pohon besar sejenis cemara, atau semak belukar dengan ranting-ranting berwarna putih, dengan akar yang beraroma khas, bagian kayunya berwarna putih kekuning-kuningan lembut, dan dengan daun yang lembab dan agak berdaging. [15]



Gambar 2. 1 Pohon Siwak (*Salvadora Persica*) di Saudi Arabia [16]

Sejumlah penelitian ilmiah telah menunjukkan bahwa miswak atau sikat gigi tradisional (tongkat kunyah) yang berasal dari pohon *Salvadora Persica* memiliki sifat anti-bakteri, anti-jamur, anti-virus, anti-karsiogenik, dan anti-plak. Beberapa studi klinis telah mengkonfirmasi bahwa kemanjuran pembersihan mekanis dan kimiawi dari tongkat kunyah miswak lebih besar dari sikat gigi. Miswak mengandung bahan-bahan kimia yang bermanfaat bagi kesehatan mulut [18], oleh karena itu sering menggunakan miswak diperlukan untuk menjaga kondisi saliva yang menguntungkan.

2.3 Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS)

LIBS (*Laser Induced Breakdown Spectroscopy*) merupakan sebuah alat pengujian analisa kimia yang berteknologi laser untuk membuat mikro-plasma pada permukaan sampel secara cepat . Teknik analisis ini mempunyai banyak keunggulan yang berbeda dibandingkan dengan teknik analisis unsur lainnya.

Dua karakteristik fisika utama plasma adalah suhu dan densitas elektron, yang sangat penting diketahui karena dapat mengungkapkan keadaan ionisasi plasma, dan sangat berpengaruh pada profil spektrum emisi yang muncul. Nilai suhu dan densitas elektron plasma yang menunjukkan bahwa plasma berada keadaan setimbang termal lokal (local thermal equilibrium, LTE) dapat ditinjau dengan menggunakan kriteria Maxwell dan kriteria Mcwhriter. Kriteria Maxwell mensyaratkan bahwa batas bawah densitas elektron adalah $N_e > 10^{16} \text{cm}^{-3}$ dan suhu $kT < 5 \text{ eV}$ atau $kT < 50.000 \text{ K}$, sedangkan kriteria Mcwhriter mensyaratkan batas bawah densitas elektron $N_e > 1,6 \times 10^{12} T^{1/2} (\text{E})^3$.

2.3.1 Prinsip kerja LIBS

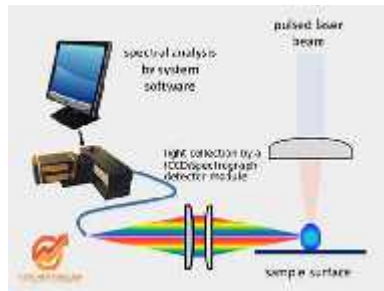
LIBS (*Laser Induced Breakdown Spectroscopy*) pada dasarnya merupakan teknik spektroskopi emisi di mana atom dan ion terutama terbentuk dalam keadaan tereksitasi sebagai hasil dari interaksi antara sinar laser terfokus dan sampel material. Interaksi antara materi dan high-density photon menghasilkan plume plasma, yang berevolusi seiring waktu dan akhirnya dapat memperoleh keseimbangan termodinamika. Salah satu fitur penting dari teknik ini adalah bahwa hal itu tidak memerlukan persiapan sampel, tidak seperti teknik analisis spektroskopi konvensional. Sampel dalam bentuk padatan, cairan, gel, gas, plasma dan bahan biologis (seperti gigi, daun atau darah) dapat dipelajari dengan mudah yang hampir sama. LIBS telah berkembang pesat menjadi teknologi analitis utama dengan kemampuan mendeteksi semua unsur kimia dalam sampel, respon real-time, dan dari kontak-dekat atau stand-off analisis target.

LIBS disebut juga sebagai laser-induced plasma spectroscopy (LIBS) atau laser spark spectroscopy (LSS) yang merupakan metode analisis kimia dengan memfokuskan tembakan laser pulsa dengan energi tinggi pada sampel padat, cair maupun gas untuk menghasilkan suatu plasma. Didalam plasma tersebut mengandung elektron bebas, atom dan ion. Dalam setiap tembakan dari laser pulsa ber energi tinggi menghasilkan suatu plasma yang merupakan hasil dari proses eksitasi dan deeksitasi dari atom pada

material yang memancarkan berkas spektrum dan ditangkap oleh fiber optik yang tersambungkan dengan spektrometer dan komputer. Energi yang digunakan untuk mencapai potensi transisi agar bisa mengemisikan atom unsur dari komposisi yang ada di sampelnya harus menggunakan energi yang cukup atau lebih tinggi. Emisi atom dan ion plasma menunjukkan karakteristik dari komposisi unsur dari sampel. Laser yang digunakan untuk LIBS tergantung dari tujuan analisisnya. Beberapa pertimbangan parameter dalam memilih laser meliputi: ukuran dan probabilitas, maksimal energi pulsa yang dihasilkan, repetition rate, sumber daya, komponen pendinginan, kualitas beam, stabilitas serta keselamatan [19]. Laser yang dipakai untuk LIBS yaitu laser Nd:YAG laser CO₂ dan laser excimer.

Beberapa fenomena lain dapat terjadi pada sampel dalam upaya menghasilkan breakdown dan plasma, bergantung dari fitur laser (panjang gelombang, durasi pulsa, radiasi) dan material dari sampel tersebut (keadaan agregasi, karakteristik fisikokimia). Plasma ini akan memancarkan radiasi yang dapat dideteksi dan digunakan untuk mengambil informasi kualitatif dan kuantitatif tentang komposisi dari sampel ter radiasi tersebut [20]. Selanjutnya emisi foton melewati spectrometer dan oleh detector ditampilkan dalam bentuk spectra berupa grafik hubungan antara intensitas emisi foton dan panjang gelombang. Intensitas menyatakan konsentrasi unsur dalam bahan dan panjang gelombang menyatakan jenis unurnya. Proses pendeteksian pada system LIBS ditentukan oleh tiga bagian penting, yaitu: laser, sampel, dan spectrometer [21].

Teknik ini dapat digunakan untuk menganalisis berbagai jenis material seperti padatan, cairan dan gas dan dapat dilakukan secara in situ, in vivo atau in vitro dan untuk monitoring proses secara real-time [22]. Teknik ini memiliki beberapa keunggulan di antaranya cepat, akurat, sensitivitas tinggi, penggunaan sampel sedikit serta tidak perlu dilakukannya pre-treatment [8].



Gambar 2. 2 Skema Sistem LIBS [17]

Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) merupakan peralatan spektroskopi emisi atomik yang menggunakan laser sebagai sumber energi ablasi. Laser difokuskan ke permukaan sampel melalui lensa sehingga sebagian sampel akan terablasikan dan terbentuk plasma. Plasma berisikan elektron-elektron, atom-atom netral, ion-ion dan atom-atom tereksitasi. Komponen-komponen utama pada LIBS yaitu Laser dan spektrometer. Laser yang digunakan adalah laser Nd-YAG (*Neodyum doped Yttrium Aluminium Garnet*). Spektrometer pada LIBS merupakan peralatan yang berisikan monokromator sebagai penyeleksi panjang gelombang cahaya yang masuk dan perangkat lunak untuk menganalisis dan mengidentifikasi unsur. Rangkaian LIBS dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Monokromator yang dipakai pada LIBS ini adalah tipe HR 2500+ dengan spesifikasi: spectrometer range 200-980 nm, resolusi 0.1 nm (FWHM), 7 detektor CCDs with a combined 14336 Megapiksel, sedangkan perangkat lunak yang dipakai OOILIB dan addLIBS. Perangkat lunak OOILIB digunakan untuk mensinkronisasi waktu deteksi antara waktu terbentuknya plasma dengan waktu pendeteksian. Waktu ini disebut waktu tunggu deteksi (*delay time detection*). Sedangkan perangkat lunak addLIBS digunakan untuk analisis spektrum dari plasma yang terdeteksi. Spektrum yang dihasilkan merupakan intensitas emisi atom fungsi panjang gelombang.

Panjang gelombang yang ditangkap detektor akan ditampilkan dalam bentuk spektrum. Panjang gelombang tersebut diperoleh berdasarkan persamaan yang dirumuskan oleh Planck [23]:

$$E = h \frac{c}{\lambda} \quad (2.1)$$

2.4 Software Unscrambler® X

Unscrambler adalah sebuah software yang memudahkan kita untuk menganalisa data-data multivariant. Pada unscrambler memudahkan dalam menemukan variasi, variasi bersama dan hubungan internal lainnya dalam matriks data (tabel). Unscrambler® X juga dapat digunakan untuk membuat desain eksperimental untuk mencapai informasi maksimum seefisien mungkin.

Berikut ini adalah jenis masalah dasar yang dapat diselesaikan menggunakan The Unscrambler® X:

- ✓ Menyiapkan eksperimen, analisis efek, dan menemukan optima menggunakan modul Design of Experiments (DoE);
- ✓ Memformat ulang dan memproses data untuk meningkatkan analisis di masa depan;
- ✓ Menemukan variasi yang relevan dalam satu matriks data (X);
- ✓ Menemukan hubungan antara dua matriks data (X dan Y);
- ✓ Validasi model multivarian dengan Pengujian Ketidakpastian;
- ✓ Menyelesaikan campuran yang tidak diketahui dengan mencari jumlah komponen murni dan memperkirakan profil konsentrasi dan spektrumnya;
- ✓ Memprediksi nilai variabel respons yang tidak diketahui;
- ✓ Klasifikasi sampel yang tidak diketahui ke dalam berbagai kategori yang mungkin.

Pada Unscrambler ini prinsip yang digunakan adalah metode regresi. Regresi digunakan untuk mengetahui seberapa baik variabel prediktor (X) dalam menjelaskan variasi dalam beberapa variabel respons (Y) menggunakan metode seperti MLR, PCR, PLSR, dan L-PLSR. Dua matriks data yang terlibat dalam regresi biasanya dilambangkan X (independen, prediktor) dan Y (dependen, tanggapan), dan tujuan regresi adalah untuk membangun model $Y = f(X)$. Model semacam itu digunakan untuk menjelaskan, atau memprediksi, variasi dalam variabel Y (s) dari variasi dalam variabel X (s). Hubungan antara X dan Y dicapai melalui seperangkat sampel yang umum dimana nilai-nilai X dan Y telah dikumpulkan. Variabel X dan Y dapat dilambangkan dengan berbagai istilah, sesuai dengan konteks tertentu.

2.4.1 Regresi Univariate dan Multivariate

Regresi univariat menggunakan prediktor tunggal untuk menentukan hubungan dengan respons. Contoh klasik dalam kimia adalah hukum Beer-Lambert untuk spektroskopi, di mana model garis lurus dibuat untuk menghubungkan konsentrasi dengan absorbansi. Dalam hal ini, persiapan sampel fisik diperlukan untuk "membersihkan sinyal" untuk memastikan bahwa hubungan antara absorbansi dan konsentrasi tetap. Namun, dalam sebagian besar aplikasi praktis satu prediktor tidak cukup untuk memodelkan properti secara tepat. Bentuk model dijelaskan oleh,

$$Y = b_0 + b_1X$$

Di mana b_0 adalah istilah intersep dan b_1 adalah koefisien regresi; dalam hal ini, kemiringan garis lurus.

Regresi multivariat memperhitungkan beberapa variabel prediktor, sehingga memodelkan properti yang diminati dengan lebih akurat. Bentuk modelnya adalah

$$Y = b_0 + \sum_{k=1}^n b_k X_k$$

Membangun model regresi melibatkan pengumpulan prediktor dan nilai respons yang sesuai untuk satu set sampel, dan

kemudian menemukan parameter optimal dalam hubungan matematika yang telah ditentukan sebelumnya dengan data yang dikumpulkan. Ukuran optimalitas yang umum digunakan adalah minimalisasi jumlah kuadrat penyimpangan antara respons yang diukur dan yang diprediksi.

Sebagai contoh, dalam kimia analitik, pengukuran spektroskopi dilakukan pada larutan dengan konsentrasi yang diketahui dari komponen yang diminati. Regresi kemudian digunakan untuk menghubungkan konsentrasi komponen yang menarik dengan spektrum. Setelah model regresi dibangun, dapat digunakan untuk memprediksi konsentrasi yang tidak diketahui untuk sampel baru, menggunakan pengukuran spektroskopi sebagai prediktor. Keuntungannya jelas jika konsentrasi sulit atau mahal untuk diukur secara langsung. Penggantian dengan metode spektroskopi lebih murah dan dalam beberapa kasus, memerlukan persiapan sampel minimal atau tanpa sampel. Ini juga memungkinkan untuk pengembangan pengukuran spektroskopi untuk pemantauan proses waktu nyata.

2.4.2. Principal Component Analysis (PCA)

PCA dapat digunakan untuk mengungkapkan struktur tersembunyi dalam set data yang besar. Ini memberikan representasi visual dari hubungan antara sampel dan variabel dan memberikan wawasan tentang bagaimana variabel yang diukur menyebabkan beberapa sampel serupa, atau bagaimana mereka berbeda satu sama lain. Bagian ini memberikan perincian pendekatan PCA untuk memahami struktur data. Saat mempertimbangkan tabel data, setiap baris mewakili objek (atau individu, atau sampel), dan setiap kolom mewakili deskriptor (atau ukuran, atau variabel). Sepanjang sisa bagian ini, baris akan disebut sebagai sampel, dan kolom sebagai variabel.

PCA adalah metode pemodelan bilinear yang memberikan gambaran umum informasi utama yang terkandung dalam tabel multidimensi. Ini juga dikenal sebagai metode proyeksi, karena mengambil informasi yang dibawa oleh variabel asli dan memproyeksikannya ke sejumlah kecil variabel laten yang disebut

Komponen Utama (PC). Setiap PC menjelaskan sejumlah informasi total yang terkandung dalam data asli dan PC pertama berisi sumber informasi terbesar dalam kumpulan data. Setiap PC berikutnya berisi, secara berurutan, lebih sedikit informasi daripada yang sebelumnya. Dengan memplot PC sampel penting dan hubungan timbal balik variabel dapat diungkapkan, yang mengarah pada interpretasi pengelompokan sampel tertentu.

Untuk memahami cara kerja PCA, maka informasi harus dapat diasimilasi dengan variasi. Ketika variabel yang diukur menunjukkan variasi sistematis yang besar, ini dikaitkan dengan informasi. Jika variabel menunjukkan variasi yang sangat sedikit, dapat disimpulkan tidak ada informasi yang terkait dengannya dan mungkin berkontribusi terhadap "noise". PCA bertujuan untuk mengekstraksi informasi dari tabel data dan mengabaikan noise. Dalam representasi matriks, model dengan jumlah komponen tertentu memiliki persamaan berikut:

$$X = TP^T + E$$

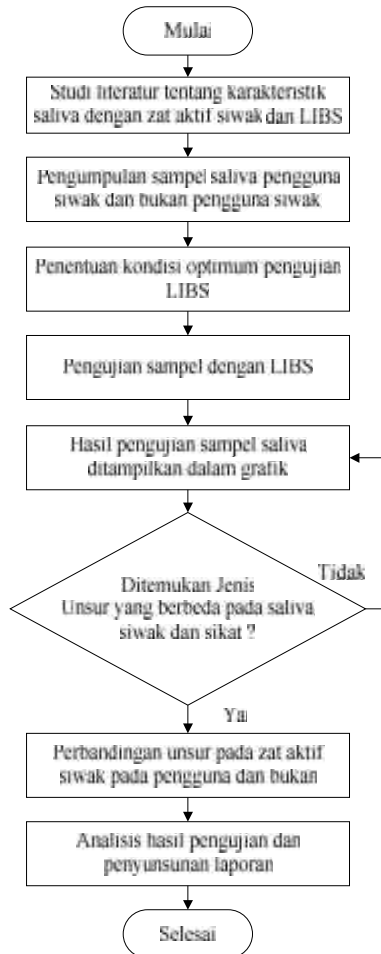
di mana T adalah matriks skor, P memuat matriks dan E matriks kesalahan. Ketentuan-ketentuan ini akan dijelaskan secara lebih rinci dalam dokumen ini.

Kombinasi skor dan pemuatan adalah bagian terstruktur dari data: bagian yang paling informatif. Apa yang tersisa disebut kesalahan atau residu, dan mewakili fraksi variasi yang tidak dapat dimodelkan dengan baik. Dengan mengalikan skor dan beban bersama-sama, seluruh struktur set data asli dapat direkonstruksi dan mudah-mudahan, hanya residu kecil yang tersisa, yang terdiri dari fluktuasi acak yang tidak dapat dimodelkan secara bermakna.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Tahapan penelitian dalam tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian

Studi literatur dilakukan dengan cara mengumpulkan berbagai teori penunjang untuk pengerjaan tugas akhir seperti mencari referensi yang berasal dari jurnal-jurnal penelitian ilmiah, buku, laporan tugas akhir yang telah dilakukan sebelumnya dan berbagai referensi lainnya yang membahas tentang prinsip dasar *Laser Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS) , karakteristik saliva

serta unsur yang terkandung pada siwak dan metode yang digunakan untuk mengetahui kandungan elemen yang terdapat pada sampel saliva.

3.2 Persiapan Sampel

Sebelum melakukan pengambilan sampel, terlebih dahulu melakukan wawancara terhadap responden untuk memperoleh informasi serta mendapatkan persetujuan. Responden diminta untuk mengisi kuisisioner dan menandatangani lembar informed consent seperti pada Lampiran A. Pengambilan sampel saliva pengguna siwak dan bukan pengguna siwak didapatkan dari 5 responden, dengan ketentuan responden telah menyikat gigi dengan siwak dan sikat gigi. Pengambilan sampel dilakukan pada pagi dan sore hari. Responden tidak boleh makan dan minum selama 4 jam sebelum pengambilan sampel.



Gambar 3. 2 Sikat dan siwak yang digunakan

3.2.1 Kriteria Responden

Adapun kriteria responden dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Laki-laki usia 20 – 25 tahun yang berdomisili di Surabaya.
- b. Responden menggunakan siwak dan sikat gigi untuk membersihkan gigi.

- c. Tidak sedang berpuasa saat pengambilan sampel, hal ini dikarenakan karena pada saat berpuasa kelenjar saliva akan menurunkan laju sekresi saliva.
- d. Tidak memiliki riwayat penyakit yang berhubungan dengan kelenjar saliva seperti diabetes melitus.
- e. Tidak mengkonsumsi alkohol dan NAPZA.
- f. Tidak sedang mengkonsumsi obat-obatan yang tergolong psikotropika dan mengkonsumsi makanan ataupun minuman yang bersoda seperti cola dan sejenisnya serta makanan dan minuman yang bersifat asam selama waktu pengambilan data.
- g. Bersedia menjadi responden penelitian.

3.2.2 Perlakuan terhadap responden

Selama proses pengumpulan saliva responden penelitian diminta untuk tidak makan dan minum kecuali air putih minimal 4 jam sebelum prosedur pengambilan saliva dilakukan. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa suasana rongga mulut akan berubah menjadi asam dan berada pada pH kritis (5,5) pada rentang 5 – 30 menit setelah mengkonsumsi makanan atau minuman yang bersifat asam. Selanjutnya pH rongga mulut akan mulai normal kembali dikarenakan adanya fungsi buffer dari saliva. pH yang asam akan menyebabkan subsaturasi Ca^{2+} yang mengakibatkan kelenjar email gigi ke lingkungan rongga mulut sehingga dapat mengganggu pembacaan hasil uji LIBS.

3.2.3 Teknik Pengumpulan Saliva

Responden diminta untuk mengumpulkan saliva ke dalam wadah sampel yang telah di sediakan seperti pada Gambar 3.3. Pengambilan sampel dilakukan setiap pagi dan sore hari selama 7 hari berturut-turut. Responden diminta melakukan sikat gigi dengan siwak setelah itu responden diminta mengumpulkan saliva ke dasar mulut kemudian meludahkannya ke dalam wadah. Kemudian pada sore hari,

responden diminta untuk melakukan sikat gigi dengan menggunakan sikat gigi setelah itu responden diminta mengumpulkan saliva ke dasar mulut kemudian meludahkannya.



Gambar 3. 3 Sampel saliva responden

3.2.4 Teknik Penyimpanan Sampel

Sampel saliva yang sudah terkumpul disimpan di dalam freezer pada suhu -20°C (Gambar 3.4) sampai dibutuhkan kembali untuk dianalisa. Sebelum dilakukan pengujian sampel saliva harus dalam keadaan beku, hal ini dilakukan agar saliva bisa dianalisa dengan *Laser Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS).



Gambar 3. 4 Sampel saliva beku

3.3 Pengujian Sampel

Pada penelitian ini pengujian dilakukan dengan teknik optik. Salah satu alasan menggunakan teknik optik dalam analisa kandungan pada sampel karena teknik ini tidak membutuhkan persisapan sampel yang rumit dan sampel yang dibuthkan juga sedikit. Tahap ini merupakan tahap pengambilan data menggunakan alat *Laser Induced Breakdwon Spectroscopy* (LIBS). Pengujian LIBS dilakukan untuk mengetahui elemen bahan aktif pada saliva pengguna siwak dan bukan pengguna siwak. Dari sampel tersebut didapatkan perbedaan bahan aktif yang terdapat di kedua sampel tersebut berdasarkan bentuk spektrum berupa grafik hubungan antara emisi foton dengan panjang gelombang. Intensitas menyatakan konsentrasi unsure dalam bahan dan panjang gelombang menyatakan jenis unsurnya.

3.3.1 Uji LIBS

Dalam pengujian tugas akhir ini dibutuhkan beberapa alat dan bahan sebagai penunjang pengerjaan analisa yang akan dilakukan. Alat dan bahan yang digunakan pada tugas akhir ini antara lain sebagai berikut:

- a. Sumber cahaya laser Nd:YAG (model CRF 200mJ, 1064 nm, 7 ns)
- b. Spektrometer Ocean Optik HR 2500+
- c. Detektor fiber optik dengan rentang pengukuran 200-980 nm
- d. Ruang sampel dengan tekanan udara 1 atm
- e. Lensa cembung 10 cm
- f. Vacum sealer
- g. Komputer
- h. Perangkat lunak AddLIBS dan OOILIBS
- i. Perangkat lunak OriginPro 8.5

3.3.2 Metode Persiapan Sampel

Pada penelitian ini, sampel yang akan digunakan dibekukan terlebih dahulu di lemari pendingin dengan suhu

-20°C. Hal ini disebabkan karena unsur-unsur dalam saliva hanya bisa di deteksi saat saliva mengalami pembekuan.

3.3.3 Set Up Alat Pengujian

Sebelum dilakukan pengujian dengan LIBS, peralatan terlebih dahulu dipanaskan selama ± 10 menit. Selanjutnya ditentukan *delay time*, energi dan jumlah akumulasi nya untuk pengambilan data awal. *Background* (Bg) diambil setiap kali menyalakan LIBS sebelum dilakukan pengujian sampel. Bg ditampilkan dalam bentuk spektrum dengan software OOILIBS.

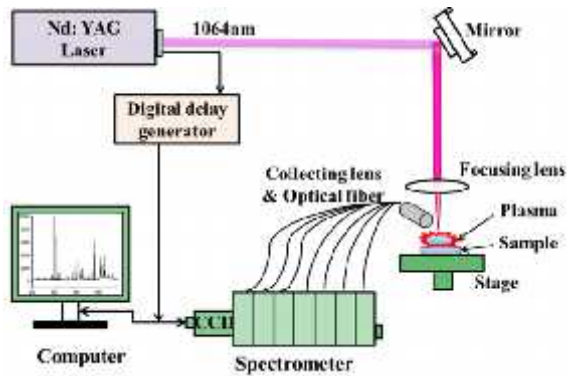
Pada *Background* terdapat tujuh tingkatan energi yang berbeda. Hal ini dikarenakan terdapat tujuh detektor pada spektrometer untuk mendeteksi rentang panjang gelombang 200 – 980 nm.

3.3.4 Karakteristik Kondisi Umum

Karakterisasi kondisi umum pengujian dilakukan dengan menentukan waktu tunggu deteksi (*delay time detection*), energi laser dan lingkungan gas. Kondisi umum menghasilkan background (Bg) rendah dan sinyal intensitas emisi tinggi. Pada pengujian sampel saliva ini kondisi optimum ditentukan dengan *delay time* 0,5 μ s, energi laser 120 mJ dan akumulasi 3 kali penembakan dan kondisi lingkungan gas atmosfer.

3.3.5 Pengujian Sampel Menggunakan LIBS

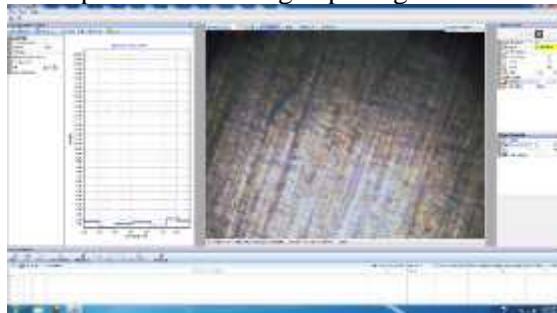
Skema peralatan pengujian menggunakan LIBS pada penelitian ini dapat ditunjukkan pada gambar 3.5. Laser ND:YAG dengan frekuensi 5 Hz, difokuskan ke sampel saliva yang telah dibekukan dengan menggunakan lensa cembung dengan fokus 10 cm sehingga terbentuk plasma. Emisi radiasi unsur tertentu dalam plasma dianalisis dengan spektrometer multikanal optik CCD 14,336 pixels, rentang panjang gelombang 200 – 980 nm dengan resolusi 0,1 nm.



Gambar 3. 5 Skema Pengujian menggunakan LIBS [18]

Pengujian sampel saliva dilakukan untuk mengetahui hasil spektrum dari sampel. Data ini selanjutnya digunakan untuk analisis kandungan elemen bahan aktif pengguna siwak dan bukan pengguna siwak. Langkah – langkah dalam pengujian menggunakan LIBS adalah sebagai berikut :

- a. Perangkat komputer dan LIBS dihubungkan ke tegangan 220 Volt.
- b. Dilakukan pengaturan energi laser, *delay time detection* dan akumulasi penembakan dengan perangkat lunak OOLIBS.



Gambar 3. 6 Tampilan Perangkat Lunak OOLIBS

- c. Flashlamp di dalam perangkat LIBS dihidupkan (ON) untuk mengetahui posisi sampel sampai benar-benar fokus seperti

pada Gambar 3.7 sebelum dilakukan penembakan. Perangkat LIBS ini dilengkapi dengan kamera.



Gambar 3. 7 Penampang melintang siwak pada perbesaran 1:40mm

d. Sampel yang digunakan adalah sampel saliva yang sudah dibekukan (Gambar 3.8).

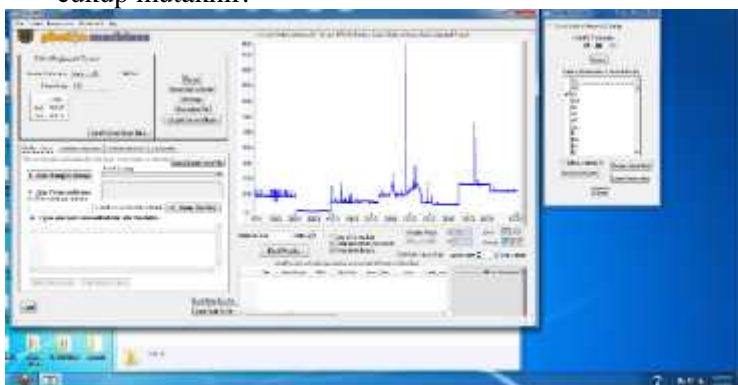


Gambar 3. 8 Saliva beku sebelum diuji dengan LIBS pada perbesaran 1:40 mm

- e. Ditentukan daerah sampel yang ditembak oleh laser
- f. Flashlamp dimatikan (OFF) dan laser dihidupkan (ON). Pengujian dilakukan dengan akumulasi penembakan sebanyak 3 kali pada tiap sampel.
- g. Hasil spektrum pengujian disimpan dalam file .xls dan .spect
- h. Data spektrum ditampilkan pada perangkat lunak AddLIBS untuk mengetahui unsur-unsur yang terkandung di dalamnya.

3.3.6 Penentuan Unsur Sampel

Unsur-unsur yang terdapat dalam spektrum saliva ditentukan dengan perangkat lunak AddLIBS. Penentuan unsur ini dilakukan di semua rentang panjang gelombang pengukuran seperti pada Gambar 3.9. Unsur-unsur tersebut juga berdasarkan pada standart referensi database NIST. Basis data ini menyediakan akses dan kemampuan pencarian untuk data yang dievaluasi pada tingkat energi atom, panjang gelombang, dan probabilitas transisi yang cukup mutakhir.

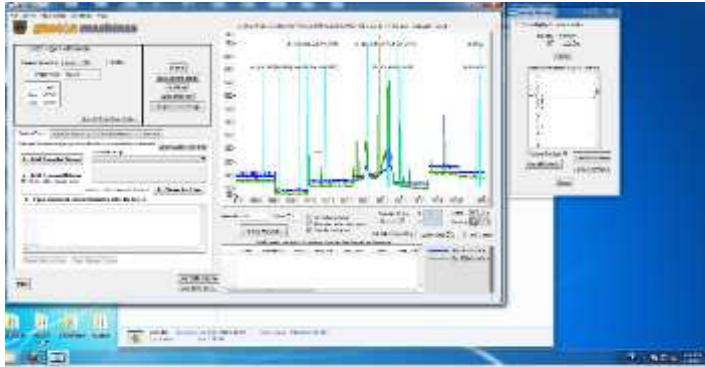


Gambar 3. 9 Tampilan perangkat lunak ADDLIBS

3.4 Hasil Pengujian Sampel

Dari pengujian sampel didapatkan hasil berupa grafik yang akan dianalisa sesuai dengan unsur-unsur yang akan diteliti. Penentuan elemen pada sampel dilakukan dengan mencocokkan

data panjang gelombang yang memiliki nilai puncak diskrit dengan data referensi spektrum dari NIST (National Institut of Standards and Technology) Atomic Spectra Database (Lampiran B).



Gambar 3. 10 Hasil pengujian sampel beserta unsurnya

3.5 Perbandingan Bahan Aktif dalam Saliva pada Pengguna Siwak dan Bukan Pengguna Siwak

Berdasarkan sampel yang telah diuji didapatkan spektrum berupa grafik yang menunjukkan unsur apa saja yang terkandung pada saliva pengguna siwak dan bukan pengguna siwak. Dari hasil tersebut didapatkan hasil analisa unsur yang berbeda pada pengguna siwak dan bukan pengguna siwak. Hal ini menunjukkan adanya elemen bahan aktif siwak yang terlepas pada saliva.

3.6 Analisa Data

Tidak semua unsur pada sampel bisa di deteksi dengan ADDLIBS, hal ini dikarenakan sampel yang digunakan adalah sampel organik. Oleh karena penggunaan software Unscrambler x diperlukan untuk memudahkan dalam penentuan unsur pada sampel.

3.7 Penyusunan Laporan

Penyusunan laporan Tugas Akhir merupakan pembukuan serta dokumentasi yang menghasilkan sebuah tulisan ilmiah sebagai tahap akhir dari penelitian ini.

“Halaman ini memang dikosongkan”

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

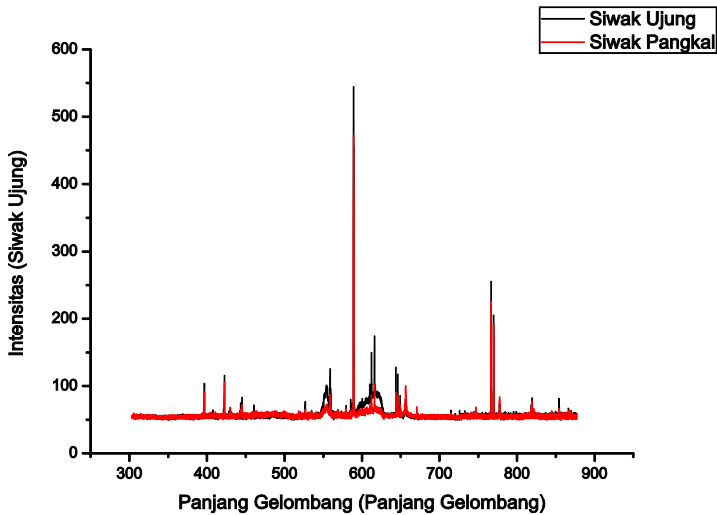
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil dari penelitian yang telah dilakukan yaitu menganalisis kandungan bahan aktif dalam saliva pada pengguna siwak dan bukan pengguna siwak menggunakan *Laser Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS). Sebelum melakukan pengujian sampel saliva dengan LIBS, dilakukan karakterisasi pengujian dengan mencari kondisi optimum pengujian. Parameter – parameter yang menentukan kondisi optimum dari teknik LIBS adalah energi laser dan *delay time detection* [19]. Pada penelitian ini digunakan energi laser 120 mJ dan delay time 0.5 μ s. Kondisi lingkungan sistem LIBS pada penelitian kali ini adalah udara dengan tekanan 1 atm. Penentuan kondisi optimum ini ditentukan berdasarkan eksperimen yang dilakukan dengan variasi energi mulai dari 90mJ sampai 120mJ. Dari beberapa eksperimen tersebut didapatkan kondisi optimum LIBS untuk saliva beku yaitu pada energi laser sebesar 120mJ dengan delay time 5 μ s. Pada penelitian ini sebelum dilakukan pengujian sampel saliva, dilakukan karakterisasi pengujian siwak untuk mengetahui unsur-unsur apa saja yang terdapat di siwak.

4.1 Analisis Hasil Uji LIBS pada Sampel Siwak

Pengujian LIBS dilakukan untuk mengetahui unsur dari suatu sampel yang memberi ciri khas pada sampel tersebut, unsur yang diuji akan ditampilkan dalam bentuk spektrum. Spektrum hasil pengujian sampel siwak dengan sistem LIBS digunakan sebagai acuan awal sebelum dilakukan pengujian sampel saliva. Penentuan unsur-unsur tersebut menggunakan perangkat lunak AddLIBS dan divalidasi menggunakan NIST (National Institute of Standards and Technology). Database yang ada di NIST merupakan bibliografi line broadening dari spektrum atom, probabilitas transisi atom, dan energi level atom. [24]

Dalam penelitian ini dipilih siwak al-khair akar karena berdasarkan analisa didapatkan bahwa siwak al khair akar

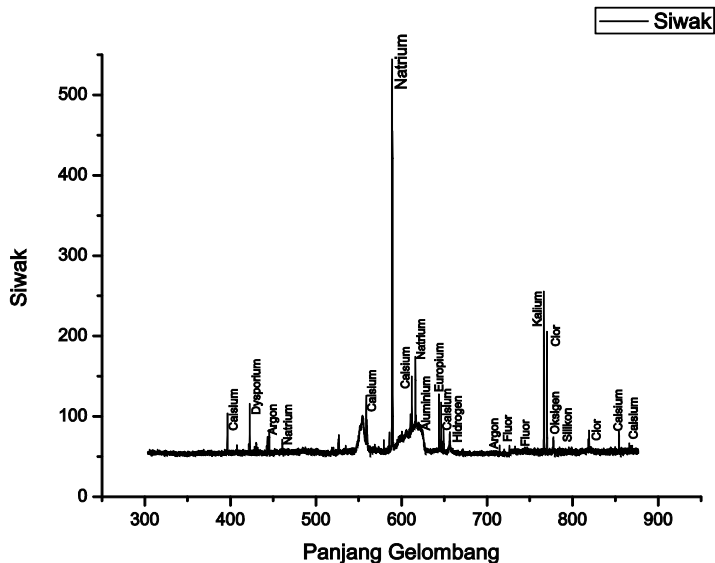
mempunyai homogenitas tinggi dari ujung sampe pangkalnya sehingga sangat baik untuk di gunakan sebagai alat pembersih gigi dan mulut. ke homogenitas dari al khair dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Overlay spektrum siwak dari ujung dan pangkal

Setiap spektrum memiliki informasi yang unik tentang karakteristik dari material target, yang terkait dengan kandungan elemen di dalam material target, temperatur elektron [20] dan kepadatan elektron di dalam plasma, yang direpresentasikan oleh grafik intensitas emisi sebagai fungsi panjang gelombang [21]. Pada gambar 4.2 dapat dilihat spektrum dari masing-masing unsur yang terkandung di dalam siwak.

Spektrum berupa grafik hubungan antara panjang gelombang dan intensitas emisi unsur yang terkandung pada siwak. Panjang gelombang menyatakan jenis suatu unsur yang terdapat dalam siwak (analisa kualitatif) dan intensitas menyatakan kuantitas unsur yang terkandung di dalam siwak (analisa kuantitatif).



Gambar 4. 2 Spektrum siwak dan unsurnya

Komponen anorganik di dalam siwak yang ditunjukkan pada gambar 4.3 diantaranya adalah Ca (kalsium), Natrium (Na), (K) Kalium, (F) Fluor, (Cl) Clor dan beberapa unsur lain yang dijelaskan pada tabel unsur 4.1. Unsur-unsur tersebut terdapat pada beberapa rentang panjang gelombang pengukuran seperti pada tabel 4.1 Berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa unsur dominan yang terdapat pada siwak adalah Ca (kalsium). Unsur-unsur tersebut merupakan unsur utama penyusun gigi yang mempunyai fungsi dan manfaat sangat baik dalam pertumbuhan gigi dan menjaga kesehatan mulut. Pada gambar 4.3 unsur calcium adalah unsur yang paling banyak terdapat pada siwak. Ca (Kalsium) mempunyai manfaat untuk pertumbuhan dan pemeliharaan gigi serta tulang.

Tabel 4. 1 Unsur-unsur utama yang terkandung dalam siwak

Unsur	Panjang Gelombang (nm)	Intensitas (A.u)
Ca	396,8467	94
	558,8757	114,67
	585,7452	80,3
	610,2722	102,67
	612,2219	138,3
	644,981	117,3
	854,2089	75,67
	866,214	66,67
Ar	443,3838	69
	714,7042	63,33
Na	589,5924	222,333
Fe	526,9537	74,33
Cr	534,83	63,33
Ti	430,0554	65,67
	445,3698	74,33
Al	620,1463	92,33
H	656,2711	77
F	720,236	59
K	769,896	173,66
O	777,539	70,33
Cl	767,2419	133
	819,9128	82,33
Si	784,88	61,33

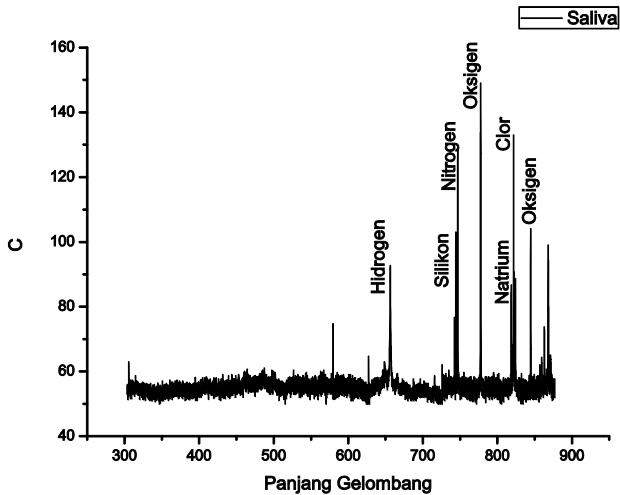
Tabel 4.1 menunjukkan bahwa setiap unsur memiliki intensitas emisi dan standart deviasi yang berbeda-beda. Terdapat faktor internal dan eksternal yang mempengaruhi pembacaan intensitas emisi tersebut, seperti di antara faktor internal yang mempengaruhi yaitu tingkatan energi atom, populasi atom pada setiap level energi dan probabilitas perpindahan atom ke level

energi yang lebih tinggi. Faktor eksternal yang mempengaruhi adalah energi laser yang digunakan untuk evaporasi atom, panjang gelombang dari laser dan efektifitas emisi [22]. Berikut ini penjelasan kandungan yang terdapat pada siwak sebagai berikut :

- a. Kalsium (Ca) bermanfaat untuk membangun dan mempertahankan jaringan tulang dan sebagai mineral yang penting bagi metabolisme tubuh, penghubung antar saraf, kerja jantung, dan pergerakan otot.
- b. Fluor (F) bermanfaat dalam pembentukan email gigi, menguatkan struktur gigi serta melindungi gigi dari serangan karies, berperan menghambat karies didalam mulut melalui mekanisme fisik kimiawi.
- c. Natrium (Na) merupakan mineral dan elektrolit yang dibutuhkan untuk fungsi tubuh.
- d. Klor (Cl) merupakan elektrolit yang dibutuhkan oleh tubuh
- e. Silikon (Si) dibutuhkan tubuh serta sendi agar kuat.

4.2 Analisis Hasil Uji LIBS pada Saliva

Setelah mengetahui unsur-unsur yang terdapat dalam siwak, selanjutnya dilakukan analisa spektrum sampel saliva dengan sistem LIBS untuk mendeteksi sejumlah unsur yang terkandung di dalam saliva. Penentuan unsur-unsur tersebut menggunakan perangkat lunak AddLIBS dan divalidasi menggunakan NIST (National Institute of Standards and Technology). Saliva yang akan diuji dibekukan terlebih dahulu. Pada Gambar 4.3 merupakan data spektrum beserta unsur yang terkandung dalam saliva sebelum menggunakan sikat gigi maupun siwak beserta unsur yang terkandung di dalamnya. Hal ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan unsur yang terdapat pada saliva pengguna siwak dan bukan pengguna siwak,



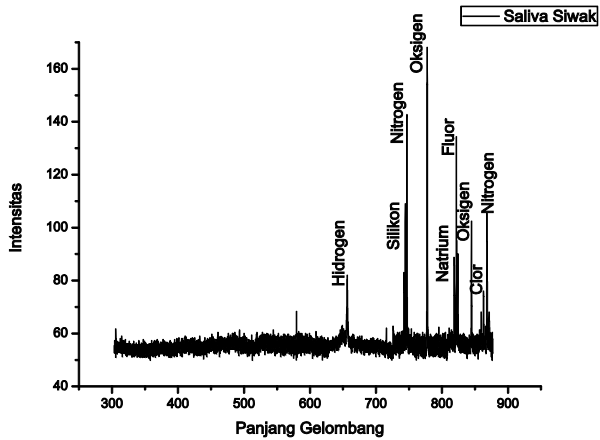
Gambar 4. 3 Spektrum Saliva sebelum Menggunakan Siwak dan Sikat Gigi

Dari spektrum yang didapatkan pada Gambar 4.3 dapat diketahui unsur penyusun utama pada saliva seperti tabel 4.1. Pada tabel tersebut terdapat unsur Hidrogen dan Oksigen yang merupakan unsur utama penyusun saliva, kemudian ada unsur silikon dimana silikon ini mempunyai fungsi dalam pembentukan tulang dan gigi, unsur natrium merupakan komponen anorganik cairan ekstra sel dan unsur klor berfungsi memelihara keseimbangan asam basa, elektrolit dan tekanan osmosis.

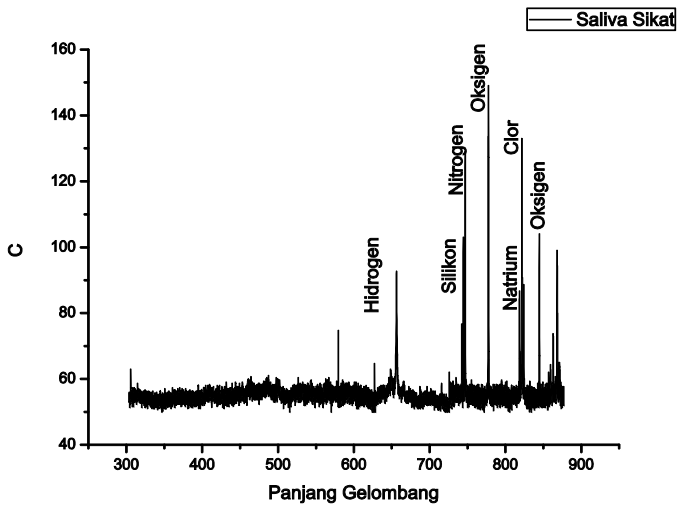
Tabel 4. 2 Unsur Saliva Sebelum Menggunakan Siwak dan Sikat Gigi

Panjang Gelombang (nm)	Intensitas (A.u)	Unsur
656,2711	191,3434	Hidrogen
741,5946	248,5232	Silikon
744,2290	275,0145	Nitrogen
777,1940	324,0880	Oksigen
844,6760	254,8900	
818,3256	237,3760	Natrium
858,5970	281,9629	Klor

Berikut ini merupakan salah satu gambaran spektrum beserta unsur-unsur yang terkandung dalam saliva pengguna siwak seperti ditunjukkan pada gambar 4.3 dan bukan pengguna siwak pada gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Spektrum Saliva Pengguna Siwak

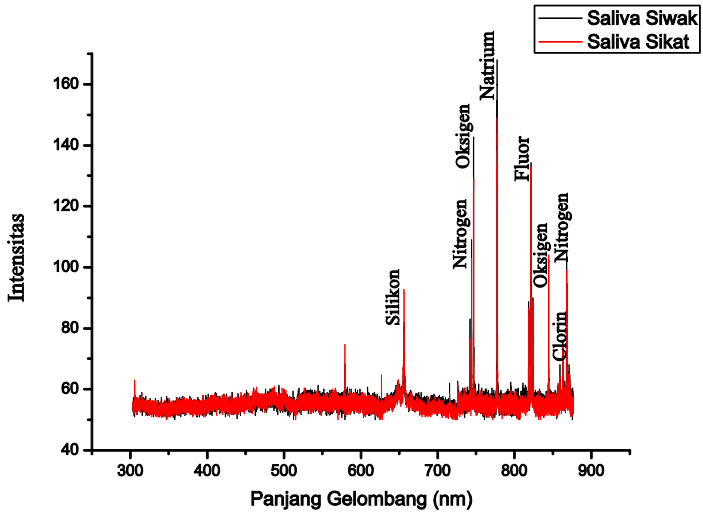


Gambar 4. 5 Spektrum Saliva Sikat Gigi

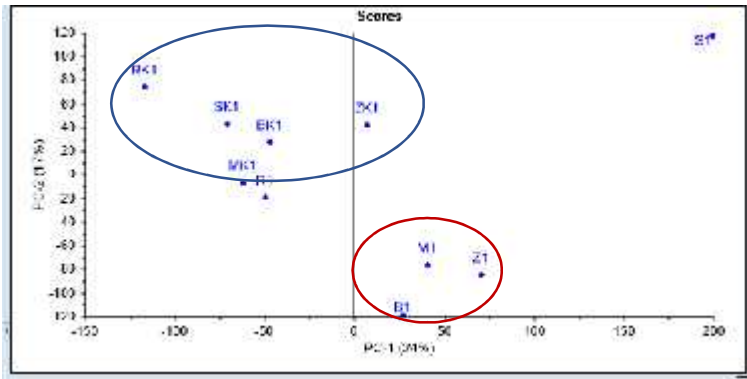
Pada spektrum saliva pengguna siwak ternyata terdapat satu jenis unsur yang berbeda dibandingkan pada spektrum saliva sebelum bersiwak dan bersikat gigi. Jenis unsur yang berbeda adalah unsur fluor (F), dimana unsur fluor ini mempunyai fungsi memelihara kesehatan gigi, mencegah kekurangan magnesium, osteoporosis dan penyakit perodental.

Saliva sendiri mengandung 99% air dan sisanya berupa komponen-komponen organik dan anorganik yang terlarut dan disekresi oleh kelenjar saliva. Komponen anorganik elektrolit dalam bentuk ion seperti Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Cl^- , dan fosfat serta komponen organik lain seperti protein, musin, lipida, asam lemak dan ureum. Susunan kuantitatif dan kualitatif elektrolit di dalam saliva menentukan pH dan kapasitas *buffer* [5].

Pada penelitian ini menggunakan *software unscrambler* yang merupakan *software* yang membantu dalam menganalisa data dan solusi perangkat lunak desain eksperimental, dilengkapi dengan metode PCA, PLS pengelompokkan dan klasifikasi. Penggunaan analisa dengan *unscrambler* ini bertujuan untuk memudahkan dalam menganalisa saliva siwak dan sikat pada penelitian kali ini, karena jika menggunakan analisa dengan origin data yang didapatkan kurang mendetail dan akurat. Pada *unscrambler* ini menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA) yang bertujuan untuk mengungkapkan struktur tersembunyi dalam data yang besar. Hal ini memberikan representasi visual dari hubungan antara sampel dan variabel dan memberikan wawasan tentang bagaimana variabel yang diukur menyebabkan beberapa sampel serupa, atau bagaimana mereka berbeda satu sama lain. Pada gambar 4.6 adalah gambar overlay dari saliva sikat dan saliva siwak, sedangkan analisa pada PCA ditunjukkan pada gambar 4.7. Gambar 4.8 adalah gambar berdasarkan metode clustering atau pengelompokkan yang memberikan informasi bahwa saliva pengguna siwak dengan orang yang berbeda mempunyai kedekatan hubungan. Hal ini menyatakan bahwa siwak mempunyai reaksi yang hampir sama terhadap saliva seseorang.



Gambar 4. 6 Overlay saliva siwak dan saliva sikat gigi

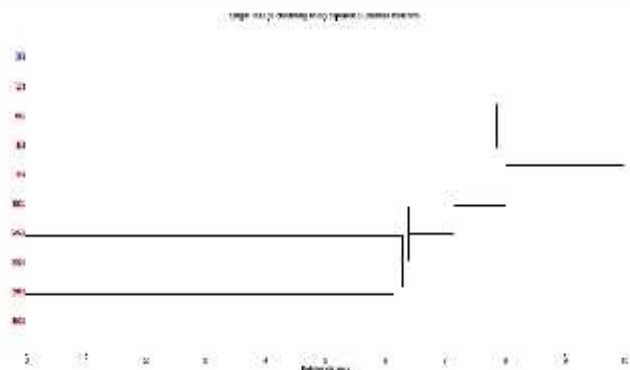


Gambar 4. 7 PCA pada Pengguna Siwak dan Bukan Pengguna Siwak

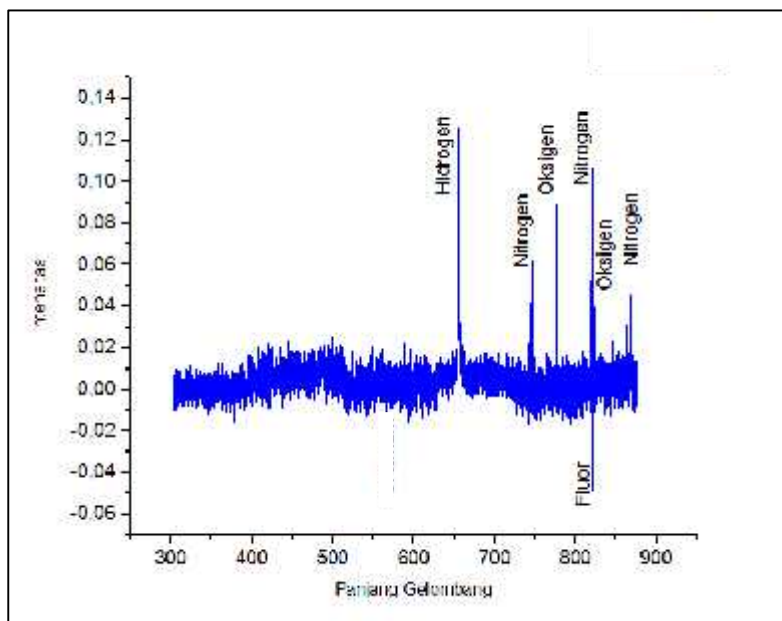
Pada data PCA tersebut dapat diketahui bahwa ada pengelompokan yang terjadi antar responden pengguna siwak namun dengan sebaran atau posisi yang berbeda. Hal ini mengindikasikan bahwa terjadi reaksi yang berbeda antar responden terhadap penggunaan siwak sebagai alat pembersih gigi. Sedangkan pada pengguna sikat gigi didapatkan kedekatan posisi pada masing-masing responden, hal ini menunjukkan bahwa pengguna sikat gigi pada setiap orang mempunyai reaksi yang sama.

Data clustering tersebut didapatkan dari data hasil analisa komponen, dimana yang menyebabkan saliva pengguna siwak dan bukan pengguna siwak berkelompok berdasarkan prosentase unsur-unsur yang terkandung seperti pada gambar 4.7. Pada hasil analisis clustering single linkage dapat diketahui bahwa terdapat kedekatan hubungan antara pengguna sikat gigi yang satu dengan yang lainnya. Sedangkan untuk pengguna siwak mempunyai hubungan yang lebih jauh namun masih satu kelompok. Hal ini disebabkan oleh unsur-unsur yang terlepas pada saliva yang menjadi indikator dari masing-masing sampel. Berdasarkan data tersebut bisa diketahui bahwa meskipun dengan sampel saliva bukan pengguna siwak dari responden yang berbeda namun ada kedekatan hubungan yang menandakan bahwa unsur pada saliva tiap responden hampir sama. Namun hal ini tidak berlaku bagi sampel responden pengguna siwak, karena pada saliva pengguna siwak hubungan antar responden terlihat lebih jauh. Dari data tersebut dapat dijelaskan bahwa siwak mempunyai reaksi yang berbeda pada tiap responden.

Dari data gambar 4.9 dapat diketahui bahwa unsur yang mempengaruhi adalah hidrogen, oksigen, nitrogen dimana unsur ini merupakan unsur dasar penyusun saliva. Sedangkan untuk unsur F (Fluor) merupakan unsur dasar yang dimiliki oleh siwak yang ternyata terlepas ke dalam saliva. Berdasarkan hal tersebut maka pengelompokan saliva dapat dilakukan karena adanya unsur yang berbeda pada saliva siwak dan bukan pengguna siwak.

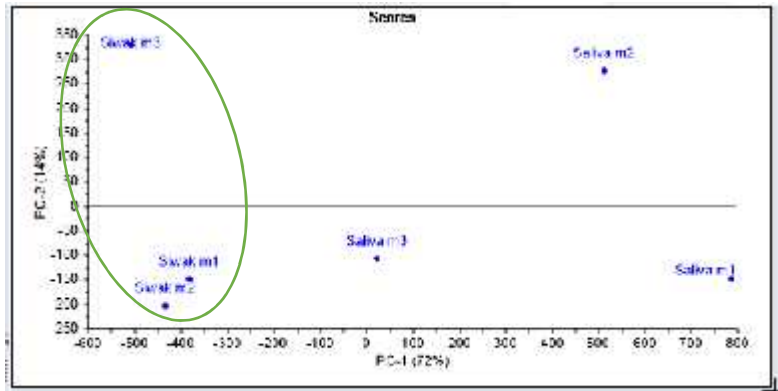


Gambar 4. 8 Clustering saliva pengguna siwak dan pengguna sikat gigi



Gambar 4. 9 Data unsur berdasarkan unscrambler pada saliva pengguna siwak dan bukan pengguna siwak

Pengambilan data juga dilakukan untuk saliva sebelum menggunakan siwak. Dari sampel tersebut dapat diketahui bahwa penggunaan siwak mempengaruhi keadaan saliva. Hal ini terlihat pada clustering saliva dalam satu group dan siwak dalam satu group seperti yang terlihat pada gambar 4.8 dan 4.9

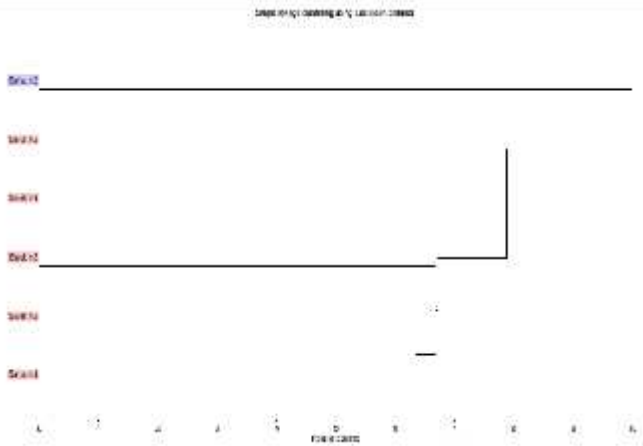


Gambar 4. 10 Hasil PCA Saliva Sebelum Menggunakan Siwak dan Sesudah Menggunakan Siwak

Dari data hasil PCA dapat diketahui bahwa saliva siwak berada pada kuadran yang sama dan pada data clustering juga dapat diketahui bahwa saliva siwak m1 dan saliva siwak m2 mempunyai karakteristik yang hampir sama dengan saliva siwak m3, hal ini menunjukkan bahwa ada unsur yang sama dari sampel tersebut. Secara umum dari analisa tersebut dapat diketahui bahwa siwak mempengaruhi keadaan saliva setelah penggunaan minimum 3 kali.

Pada data hasil clustering pada gambar 4.11 terlihat bahwa saliva sebelum menggunakan siwak pada m1, m2 dan m3 memiliki kedekatan hubungan antar satu dengan lainnya, hal ini ditunjukkan dari relative distance atau jarak relatif antar saliva m1, m2 dan m3 tersebut hampir sama panjangnya. Sedangkan untuk saliva siwak pada m1, m2 dan m3 mempunyai panjang yang berbeda, hal ini membuktikan bahwa saliva siwak pada hari ke 1, 2 dan 3 mempunyai hubungan yang agak jauh. Data tersebut menyatakan

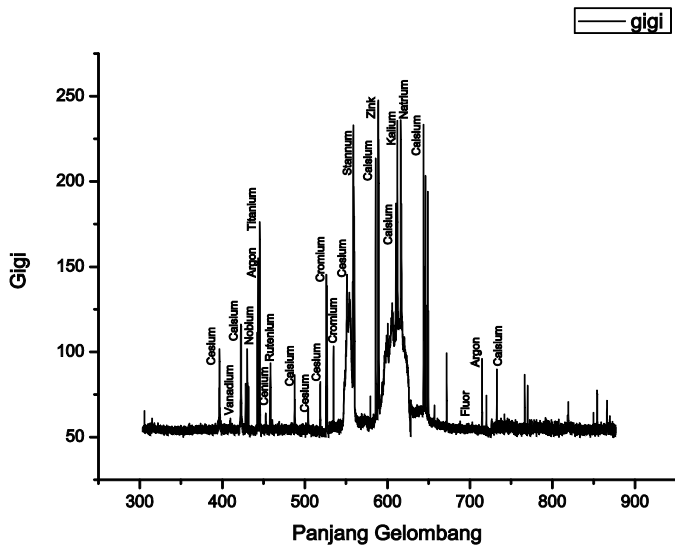
bahwa ada reaksi yang terjadi antara siwak dan saliva pada penggunaan berkelanjutan.



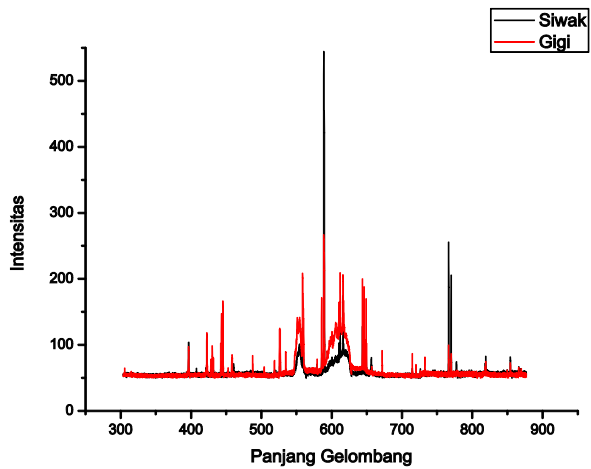
Gambar 4. 11 Hasil clustering saliva sebelum menggunakan siwak dan sesudah menggunakan siwak

4.3 Analisis Hasil Uji LIBS pada gigi

Pada penelitian ini juga dilakukan percobaan menyikat dengan menggunakan siwak dan menggunakan sikat pada gigi manusia. Gigi manusia tersusun atas unsur-unsur yang sangat banyak seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.12 yaitu kalsium, kalium, Fluor dan unsur lainnya. Pada percobaan penggunaan siwak pada gigi dapat diketahui bahwa siwak memberikan lapisan ke gigi, hal ini menunjukkan unsur-unsur yang terdapat di siwak bisa melekat dan melapisi gigi yang ditunjukkan pada gambar 4.13., Meskipun intensitas berbeda namun pada gambar 4.13 terlihat bahwa siwak dan gigi mempunyai unsur yang hampir sama.



Gambar 4. 12 Spektrum gigi dan unsurnya



Gambar 4. 13 Overlay spektrum gigi dan siwak

Tabel 4. 3 Unsur yang terkandung dalam gigi

Unsur	Panjang Gelombang (nm)	Intensitas (A.u)
Ca	422,6727	116
	487,8132	86,33
	585,7452	213,66
	610,2722	187
	612,2219	186,33
	646,2566	203,33
	732,6146	89,66
Ar	443,3838	155
	714,7042	96
Na	589,5924	236
Cr	534,83	103,33
Ti	445,3698	176,33
F	690,2475	59,33
K	612,027	235,666
Cs	396,52	99,33
	452,674	64
Ce	504,0846	67
	518,7459	82,33
	551,2049	145
V	409,5477	61
Si	568,881	63,66
Cr	534,83	103,33
	526,416	145,33
Sn	558,8815	233
Zn	588,8584	233

Dari overlay pada gambar 4.13 dapat diketahui bahwa spektrum siwak sama dengan spektrum gigi namun dengan intensitas yang berbeda. Pada gambar 4.11 yang berwarna biru adalah spektrum siwak, warna merah spektrum gigi setelah disiwak dan warna hitam adalah spektrum gigi sebelum disiwak. Berdasarkan tabel unsur siwak dan gigi pada tabel 4.1 dan 4.2 dapat diketahui bahwa siwak mempunyai sekitar 80% unsur yang sama dengan gigi. Hal ini membuktikan bahwa siwak mempunyai efek yang luar biasa pada gigi. Dari tabel 4.1 dapat diketahui siwak mempunyai kandungan kalsium yang tinggi yang berfungsi menjaga kesehatan tulang dan gigi. Hal inilah yang menyebabkan sejak tahun 1987 siwak direkomendasikan oleh WHO sebagai alat pembersih gigi dan mulut yang murah dan mempunyai manfaat yang sama dengan pasta gigi.

Pada tabel 4.4 dapat diketahui bahwa sebageaian besar unsur pada siwak mempunyai unsur yang hampir sama dengan unsur yang ada pada gigi.

Tabel 4. 4 Perbandingan unur gigi dan siwak

Unsur	Gigi		Siwak	
	Panjang Gelombang (nm)	Intensitas (A.u)	Panjang Gelombang (nm)	Intensitas (A.u)
Ca	422,6727	116	396,8467	94
	487,8132	86,33	558,8757	114,67
	585,7452	213,66	585,7452	80,3
	610,2722	187	610,2722	102,67
	612,2219	186,33	612,2219	138,3
	646,2566	203,33	644,981	117,3
	732,6146	89,66	854,2089	75,67
Ar	443,3838	155	443,3838	69
	714,7042	96	714,7042	63,33
Na	589,5924	236	589,5924	222,333
Cr	534,83	103,33	534,83	63,33
	534,83	103,33		
	526,416	145,33		
Ti	445,3698	176,33	430,0554	65,67
			445,3698	74,33
F	690,2475	59,33	720,236	59
K	612,027	235,666	769,896	173,66
Cs	396,52	99,33		
	452,674	64		
Ce	504,0846	67		
	518,7459	82,33		
	551,2049	145		
V	409,5477	61		
Si	568,881	63,66	784,88	61,33
Al			620,1463	92,33
			656,2711	77
Sn	558,8815	233		
Zn	588,8584	233		
Fe			526,9537	74,33

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh serta meninjau kembali permasalahan, batasan masalah, dan tujuan dari tugas akhir ini, maka dapat disimpulkan bahwa :

- a. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan LIBS dapat diketahui spektrum yang berbeda antara saliva pengguna siwak dan bukan pengguna siwak pada panjang gelombang 690,2475. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan zat aktif yang terdeteksi pada saliva pengguna siwak adalah Fluor (F).

“Halaman ini memang dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Khalid, "the Effect *Salvadora Persica* Extract (Miswak) and Chlorahexidine Gluconater on Human Dentin: a SEM Study.,," " *The Journal of Contemporary Dental Practice*, vol. 3, no. 3, pp. pp. 1-10, 2002..
- [2] Almas dan Al-Lafi, "The Natural Toothbrush," *in World Health Forum*, pp. 16:205-210., 1995.
- [3] Al Bayaty, ""Effect of Mouth Wash Extracted from *Salvadora Persica* (Miswak) on Der Plaque Formation: a Clinical Train,"," *Journal of Medicinal Plant Research*, pp. vol. 4(14), pp. 1446-1454, 2014.
- [4] Nordin, ""a Review on the Sunnah of Miswak (*Salvadora Persica*) and its Potentially to Improve Oral Health.,," *Academy of Islamic Studies Journal, University of Malaya (UM)*, pp. Vols. 33-41, p. 02(01),, 2012;..
- [5] M. Nila Kasuma, *Fisiologi dan Patologi Saliva*, Padang: Andalas University Press, 2015.
- [6] Najoan, Kepel dan Wicaksono, ""Perubahan pH Saliva Siswa Ma Darul Istiqamah Manado sesudah Menyikat Gigi dengan Pasta Gigi Mengandung Xylitol," *Jurnal e-Gigi(eG)*, p. vol. 2(2), 2014.
- [7] Angela, "Pencegahan Primer pada Anak yang Beresiko Karies Gigi," pp. vol. 38 (3):, pp. 130-134., 2005.
- [8] Kim dan Lin, ""Laser-Induced Breakdown Spectroscopy".,," *open access chapter distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License.*, 2012..
- [9] Yuji Matsuura, ""Detection of Early Caries by Laser-Induced Breakdown Spectroscopy"," *Interface Oral Health Science*, pp. p.173-179, 2016.
- [10] S.Ezmirly, J.Cheng dan S.Wilson, "Saudi Arabian medicinal plants: *Salvadora persica*.,," *Planta Med.*, p. 35(2):191–192. [PubMed], 1979;.

- [11] G.Galleti, G.Chiavari dan Y.Kahie, "Pyrolysis/gas chromatography/ion-trap mass spectrometry of the 'tooth brush' tree (*Salvadora persica* L.) Rapid Commun.," *Mass Spectrom.*, p. 7:651–655., 1993;.
- [12] Kamel, Ohtani, Assaf dan Lignan, "glycosides from stems of *Salvadora persica*," *Phytochemistry.*, p. 31:2469–2471., 1992;.
- [13] Abdel S.Wahab, Selim M. dan El-Fiki N., "Investigation of the flavonoid content of *Salvadora persica* L. Bull.," *Fac. Pharm. Cairo Univ.*, p. 28:67–70., 1990;.
- [14] David Wong, *Salivary Diagnostic*, Wiley-Blackwell, 2008.
- [15] M.Khatak, S.Khatak, Sidqqi, Vasudeva, A.Anggarwal dan P.Anggarwal, "The miswak (*Salvadora persica* L.) chewing stick: Cultural implications in oral health promotion," *The Saudi Journal for Dental Research*, vol. 5, no. 10, pp. 9-13, 2014.
- [16] Gana Islamika, "ganaislamika.com," Tanaman Multi Guna dari Timur Tengah, 13 Januari 2018. [Online]. Available: <https://ganaislamika.com/siwak-1-tanaman-multi-guna-dari-timur-tengah/>. [Diakses 25 Juli 2019].
- [17] CV Jaya Multi Mandiri, "Uji.co.id," CV.Jaya Multi Mandiri, 2017. [Online]. Available: <https://uji.co.id/libs-laser-induced-breakdown-spectroscopy/>. [Diakses 28 Mei 2019].
- [18] X. Liu, Q. Zhang dan Z. Wu, "Rapid Elemental Analysis and Provenance Study of *Blumea balsamifera* DC Using Laser-Induced Breakdown Spectroscopy," *Sensors* 2015, 15, 642-655; doi:10.3390/s150100642, vol. 15, no. doi:10.3390/s150100642, pp. 642-655, 2015.
- [19] F. J. Fortes, A. Metzinger, S. Guirado dan J. J. Laserna, "A study of underwater stand-off laser-induced breakdown spectroscopy for chemical analysis of objects in the deep ocean," *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, vol. 5, February 2015.

- [20] Jangdish Singh dan Surya N Thakur, *Laser Induced Breakdown Spectroscopy*, Elsevier B.V. All, 2007.
- [21] Musazzi, Treccani, Mallei dan Popoli, "The action of antidepressants on the glutamate system: regulation of glutamate release and glutamate receptors," *Biol Psychiatry.*, vol. 73(12), no. 1180-8., p. 15, 2013 Jun.
- [22] Ali Khumaeni, "Rapid Detection of Oil Pollution in Soil by Using Laser-Induced Breakdown Spectroscopy," *Plasma Science and Technology*, pp. 18(12) : 1186-1191, 2016.

LAMPIRAN A

A.1 Sertifikat Uji Etik




UNIVERSITAS AIRLANGGA FACULTY OF DENTAL MEDICINE
HEALTH RESEARCH ETHICAL CLEARANCE COMMISSION

ETHICAL CLEARANCE CERTIFICATE
 Number : 122/HRECC.FODM/IV/2019

Universitas Airlangga Faculty Of Dental Medicine Health Research Ethical Clearance Commission has studied the proposed research design carefully, and therefore, shall herewith certify that the research entitled :

**"ANALISIS KANDUNGAN ELEMEN BAHAN AKTIF DALAM SALIVA
 PADA PENGGUNA SIWAK DAN BUKAN PENGGUNA SIWAK
 MENGGUNAKAN LASER INDUCED BREAKDOWN SPECTROSCOPY
 (LIBS)"**

Principal Researcher : AL RIZQI FAUZIYAH

Unit/Institution/Place of Research : - Institut Teknologi Sepuluh Nopember
 Surabaya (ITS)

CERTIFIED TO BE ETHICALLY CLEARED


 Surabaya, April 4, 2019
 Chairman,

Prof. Dr. M. Kuhlianto, drg., MS., Sp.Perio(K)
 Official No.195009081978021001

A.2 Contoh Form Informed Consent

LAMPIRAN I

LEMBAR PENJELASAN KEPADA CALON SUBYEK PENELITIAN (INFORMED CONSENT)

Saya, Al Rizqi Fauziyah adalah mahasiswa Teknik Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Saya sedang mengadakan penelitian untuk Tugas Akhir saya dengan judul "Analisis Elemen Bahan Aktif Saliva pada Pengguna Siwak dan Bukan Pengguna Siwak dengan Laser Induced Breakdown Spectroscopy". Pada penelitian ini saya hanya akan mengambil saliva anda untuk sampel penelitian saya.

Saya sangat mengharapkan kesediaan Anda untuk berpartisipasi dalam penelitian ini. Penelitian ini bersifat sukarela dan tidak akan memberikan dampak yang membahayakan. Semua informasi yang Anda berikan akan dirahasiakan dan hanya digunakan dalam penelitian ini. Bila data Anda dipublikasikan, kerahasiaannya tetap akan dijaga. Oleh sebab itu saya sangat mengharapkan kesediaan Anda mengisi kuesioner ini dengan jujur.

Demikian informasi ini saya sampaikan. Atas bantuan, partisipasi dan kesediaan waktu Anda sekalian, saya ucapkan terimakasih.

LAMPIRAN 2

**SURAT PERNYATAAN
PERSETUJUAN MENGIKUTI PENELITIAN
(INFORMED CONSENT)**

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama

Umur 22 tahun

Program Studi: Teknik Fisika

Setelah membaca/mendapat penjelasan dan saya memahami sepenuhnya tentang penelitian,

Judul Penelitian Analisis Kandungan Elemen Aktif Saliva pada Pengguna Siwak dan Bukan Pengguna Siwak dengan Menggunakan Laser Breakdown Spectroscopy

Nama Peneliti Utama Al Rizqi Fauziah

Jenis Penelitian Purposive Sampling

Lokasi Penelitian Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS)

Jangka Waktu Penelitian Maret – April 2019

Dengan ini saya menyatakan bersedia mengikuti penelitian tersebut secara sukarela sebagai subyek penelitian.

Surabaya, 28 Maret 2019



Nama dan tanda tangan

LAMPIRAN 3

FORM ANAMNESIS KEADAAN UMUM RESPONDEN

Screening Responden Penelitian dengan Judul

1. Pengaruh Penggunaan Siwak terhadap Kandungan Elemen Bahan Aktif pada Saliva
2. Pengaruh Penggunaan Sikat Gigi terhadap Kandungan Elemen Bahan Aktif pada Saliva

Nama

Program Studi

Tempat tanggal lahir

Usia 22 tahun

No. Hp

Alamat Jl Keputih
Sukolilo - Surabaya

1. Apakah anda merokok ~~YA~~ / TIDAK
2. Berapa kali dalam sehari anda menyikat gigi? .. 2 ..
3. Berapa kali anda menggunakan siwak dalam sehari? .. 1 ..
4. Apakah saat ini anda sedang sakit gigi atau menjalani perawatan dokter gigi ~~YA~~ / TIDAK
5. Apakah anda sedang mengonsumsi obat-obatan rutin selama 6 bulan terakhir ~~YA~~/TIDAK
6. Apakah anda mengonsumsi alkohol ~~YA~~ TIDAK
7. Apakah anda menggunakan gigi tiruan ~~YA~~ TIDAK
8. Apakah anda menggunakan kawat gigi (orthodonsi) ~~YA~~ TIDAK

LAMPIRAN B

Strong Lines of Calcium (Ca)

Intensity	Vacuum Wavelength (Å)	Spectrum	Reference
250	1649.858	Ca II	ER56
140	1651.991	Ca II	ER56
250	1840.061	Ca II	ER56

Intensity	Air Wavelength (Å)	Spectrum	Reference
	2197.787	Ca II	ER56
	2208.611	Ca II	ER56
120	2275.462	Ca I	R68
140 P	2721.645	Ca I	R68
700 P	3158.869	Ca II	ER56
800 P	3179.332	Ca II	ER56
700	3181.275	Ca II	ER56
700 P	3706.026	Ca II	ER56
800 P	3736.901	Ca II	ER56
1000 P	3933.6614	Ca II	L99
1000 P	3968.4673	Ca II	L99
1000 P	4226.727	Ca I	R68
500	4302.527	Ca I	R68
500	4307.741	Ca I	R68
500 P	4425.441	Ca I	R68
500 P	4434.960	Ca I	R68
500 P	4435.688	Ca I	R68
600 P	4454.781	Ca I	R68
600 P	4455.887	Ca I	R68
400 P	4456.605	Ca I	R68
500	4878.132	Ca I	R68
300	5019.971	Ca II	ER56
500	5188.848	Ca I	R68
500	5265.557	Ca I	R68
500	5270.270	Ca I	R68
500	5349.472	Ca I	R68
500	5581.971	Ca I	R68
500 P	5588.757	Ca I	R68
500	5590.120	Ca I	R68
500	5594.468	Ca I	R68
500	5598.487	Ca I	R68
600	5857.452	Ca I	R68
500 P	6102.722	Ca I	R68
600 P	6122.219	Ca I	R68
600 P	6162.172	Ca I	R68

Intensity	Air Wavelength (Å)	Spectrum	Reference
500	6169.055	Ca I	R68
600	6169.559	Ca I	R68
700 P	6439.073	Ca I	R68
600	6449.810	Ca I	R68
300	6456.874	Ca II	ER56
700 P	6462.566	Ca I	R68
600	6471.660	Ca I	R68
600 P	6493.780	Ca I	R68
600	6499.649	Ca I	R68
500 P	6572.777	Ca I	R68
600	6717.685	Ca I	R68
700	7148.147	Ca I	R68
600	7202.194	Ca I	R68
700	7326.146	Ca I	R68
300	7601.304	Ca II	R68
400	8201.720	Ca II	ER56
500	8248.797	Ca II	ER56
600	8498.018	Ca II	ER56
700 P	8542.089	Ca II	ER56
700 P	8662.140	Ca II	ER56
400	8912.07	Ca II	ER56
500	8927.36	Ca II	ER56
500	9213.900	Ca II	R68
400	9311.998	Ca II	R68
400	9319.560	Ca II	R68
500	9320.650	Ca II	R68
500	9416.967	Ca I	R68
400	9567.965	Ca II	R68
500	9599.235	Ca II	R68
300	9601.815	Ca II	R68
300	9854.74	Ca II	ER56
500	9890.63	Ca II	ER56
400	9931.39	Ca II	ER56
400	10223.04	Ca II	R68
500	12816.04	Ca I	R68
500	12909.10	Ca I	R68
600	13033.57	Ca I	R68
600	19046.14	Ca I	R68
1000	19309.20	Ca I	R68
1000	19452.99	Ca I	R68
900	19505.72	Ca I	R68
1000	19776.79	Ca I	R68
700	19853.10	Ca I	R68
700	19862.22	Ca I	R68
500	22624.93	Ca I	R68
600	22651.23	Ca I	R68

Strong Lines of Fluorine (F)

Intensity	Vacuum		Spectrum	Reference
	Wavelength	(Å)		
900 P	484.602		F II	P69
900 P	605.669		F II	P69
800 P	606.288		F II	P69
1000 P	606.804		F II	P69
700 P	606.923		F II	P69
800 P	607.472		F II	P69
900 P	608.062		F II	P69
500 P	951.870		F I	L49
1000 P	954.826		F I	L49
800 P	955.546		F I	L49
500 P	958.525		F I	L49
400	973.895		F I	L49
100	976.217		F I	L49
100	977.743		F I	L49

Intensity	Air		Spectrum	Reference
	Wavelength	(Å)		
200	3501.388		F II	P69
200	3501.451		F II	P69
200	3501.569		F II	P69
200	3502.840		F II	P69
200	3502.964		F II	P69
200	3503.106		F II	P69
150	3505.369		F II	P69
200	3505.515		F II	P69
200	3505.628		F II	P69
200	3601.393		F II	P69
200	3602.838		F II	P69
200	3704.526		F II	P69
250 P	3847.086		F II	P69
250 P	3849.985		F II	P69
250 P	3851.668		F II	P69
200	3898.825		F II	P69
200	3901.933		F II	P69
250 P	4024.726		F II	P69
200 P	4025.010		F II	P69
250 P	4025.491		F II	P69
200	4103.074		F II	P69
150	4103.216		F II	P69
200	4103.508		F II	P69
200	4103.710		F II	P69

Intensity	Air Wavelength (Å)	Spectrum	Reference
150	4103.870	F II	P69
200	4246.227	F II	P69
200	4246.385	F II	P69
200	4246.590	F II	P69
150	4246.774	F II	P69
150	4246.844	F II	P69
200	4299.170	F II	P69
150	4446.527	F II	P69
150	4446.722	F II	P69
200	4447.188	F II	P69
130 P	6239.651	F I	L49
100 P	6348.508	F I	L49
80	6413.651	F I	L49
20	6690.481	F I	L49
70	6773.984	F I	L49
90	6834.264	F I	L49
500 P	6856.030	F I	L49
80	6870.215	F I	L49
150 P	6902.475	F I	L49
60	6909.816	F I	L49
40	6966.349	F I	L49
500 P	7037.469	F I	L49
300 P	7127.890	F I	L49
130	7179.90	F II	P69
150 P	7202.360	F I	L49
130 h	7211.79	F II	P69
150 P	7311.019	F I	L49
50	7331.957	F I	L49
100 P	7398.688	F I	L49
40	7425.645	F I	L49
20	7482.723	F I	L49
25	7489.155	F I	L49
50	7552.235	F I	L49
50	7573.384	F I	L49
70	7607.170	F I	L49
200 P	7754.696	F I	L49
150 P	7800.212	F I	L49
80	8016.01	F II	P69
6	8129.26	F I	L49
6	8179.339	F I	L49
25	8214.726	F I	L49
30	8230.773	F I	L49
20	8298.581	F I	L49

Strong Lines of Hydrogen (H)

Intensity	Vacuum Wavelength (Å)	Spectrum	Reference
15	926.2256	H I	MK00a
20	930.7482	H I	MK00a
30	937.8034	H I	MK00a
50 P	949.7430	H I	MK00a
100 P	972.5367	H I	MK00a
300 P	1025.7222	H I	MK00a
1000 P	1215.66824	H I	MK00a
500 P	1215.67364	H I	MK00a

Intensity	Air Wavelength (Å)	Spectrum	Reference
5	3835.384	H I	RCWM80
6	3889.049	H I	RCWM80
8	3970.072	H I	RCWM80
15	4101.74	H I	RCWM80
30 P	4340.462	H I	MK00a
30 P	4861.2786	H I	MK00a
10 P	4861.2870	H I	MK00a
60 P	4861.3615	H I	MK00a
90 P	6562.7110	H I	MK00a
30 P	6562.7248	H I	MK00a
180 P	6562.8518	H I	MK00a
5	9545.97	H I	RCWM80
7	10049.4	H I	RCWM80
12	10938.1	H I	RCWM80
20 P	12918.07	H I	MK00a
40 P,c	18751.01	H I	MK00a
5	21655.3	H I	RCWM80
8	26251.5	H I	RCWM80
15	40511.6	H I	RCWM80
4	46525.1	H I	RCWM80
6	74578	H I	RCWM80
3	123685	H I	RCWM80

Strong Lines of Oxygen (O)

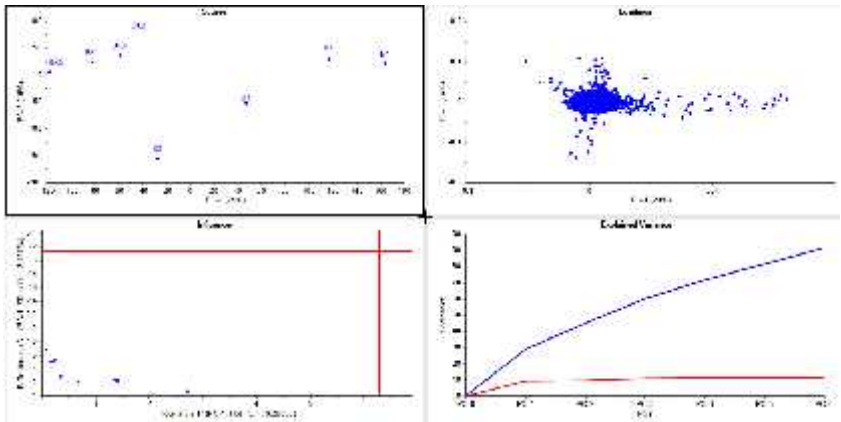
Intensity	Vacuum Wavelength (Å)	Spectrum	Reference
400 P	429.918	O II	MKM93
700 P	430.041	O II	MKM93
1000 P	430.177	O II	MKM93
800 P	537.8319	O II	MKM93
1000 P	538.2636	O II	MKM93
600 P	538.318	O II	MKM93
800 P	539.0855	O II	MKM93
700 P	539.5489	O II	MKM93
500 P	539.8544	O II	MKM93
800 P	718.5036	O II	MKM93
500 P	718.5663	O II	MKM93
250	796.664	O II	MKM93
250	796.682	O II	MKM93
250 P	832.7587	O II	MKM93
400 P	833.3302	O II	MKM93
500 P	834.4655	O II	MKM93
50	988.773	O I	M75b
80	1025.762	O I	M75b
50	1039.230	O I	M75b
1000 P	1302.168	O I	M75b
700 P	1304.858	O I	M75b
300 P	1306.029	O I	M75b

Intensity	Air Wavelength (Å)	Spectrum	Reference
250	2445.538	O II	MKM93
250	2733.289	O II	MKM93
90	2972.29	O I	HHMR86
400 P	3134.720	O II	MKM93
250	3138.335	O II	MKM93
300	3287.472	O II	MKM93
250	3390.209	O II	MKM93
250	3470.676	O II	MKM93
250	3727.320	O II	MKM93
300	3749.486	O II	MKM93
400 P	3911.957	O II	MKM93
60	3947.29	O I	M75b
50	3947.48	O I	M75b
50	3947.59	O I	M75b
400 P	3973.2562	O II	MKM93
200	3982.7140	O II	MKM93

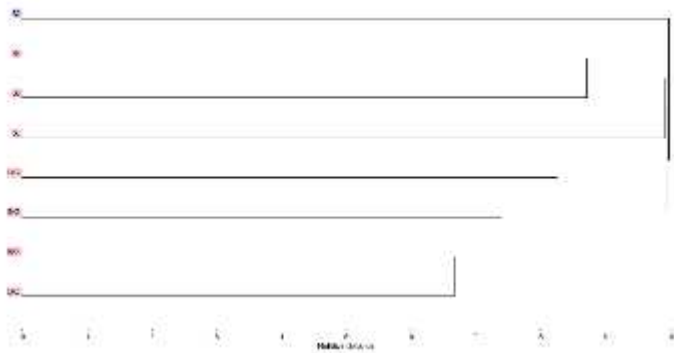
Intensity	Air Wavelength (Å)	Spectrum	Reference
250	4072.157	O II	MGM93
400 P	4075.862	O II	MGM93
250	4119.215	O II	MGM93
250	4185.449	O II	MGM93
400	4189.789	O II	MGM93
250	4317.138	O II	MGM93
250	4349.426	O II	MGM93
400 P	4414.905	O II	MGM93
250	4416.974	O II	MGM93
300	4590.972	O II	MGM93
250	4596.175	O II	MGM93
300 P	4641.810	O II	MGM93
400 P	4649.135	O II	MGM93
300	4661.633	O II	MGM93
250	4676.235	O II	MGM93
250	4705.352	O II	MGM93
130	6155.98	O I	M75b
150	6156.77	O I	M75b
150	6158.18	O I	M75b
130	6455.98	O I	M75b
150	7002.23	O I	M75b
130	7254.15	O I	M75b
150	7254.45	O I	M75b
300 P	7771.94	O I	M75b
250 P	7774.17	O I	M75b
250 P	7775.39	O I	M75b
130	8221.82	O I	M75b
250 P	8446.25	O I	M75b
300 P	8446.36	O I	M75b
300 P	8446.76	O I	M75b
150	9260.81	O I	M75b
150	9260.84	O I	M75b
150	9260.94	O I	M75b
130	9262.58	O I	M75b
200	9262.67	O I	M75b
200	9262.77	O I	M75b
150	9265.94	O I	M75b
200 P	9266.01	O I	M75b
200	11286.34	O I	M75b
200	11286.91	O I	M75b
150	11287.02	O I	M75b
150	11287.32	O I	M75b
150	11295.10	O I	M75b
200	11297.68	O I	M75b
200	11302.38	O I	M75b
150	12464.02	O I	M75b
150	12570.04	O I	M75b
250 P	13163.89	O I	M75b
250 P	13164.85	O I	M75b
200	13165.11	O I	M75b
200	18021.21	O I	M75b
200	18243.63	O I	M75b

LAMPIRAN C

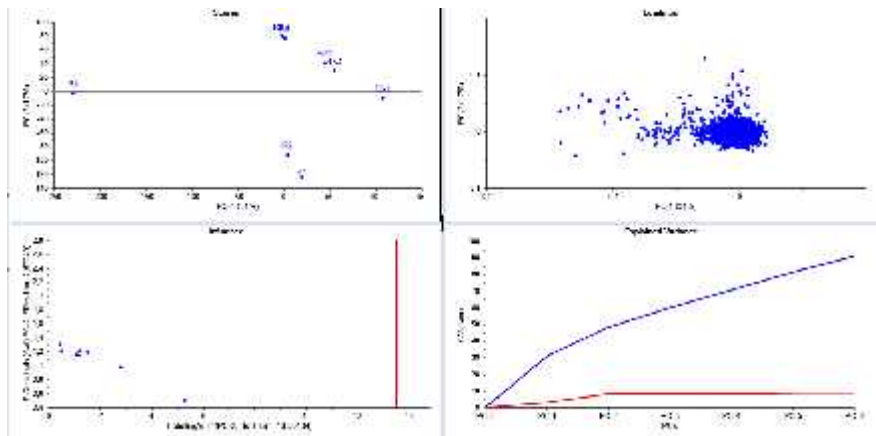
A.1 Hasil Unscrambler Responden B



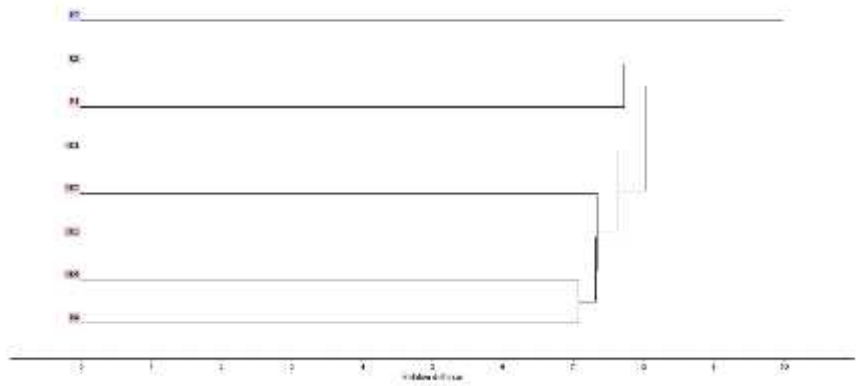
regression model using system response data



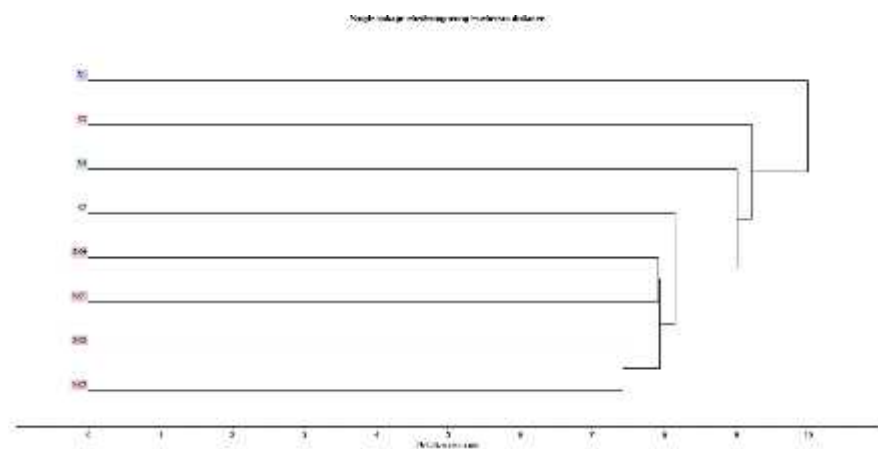
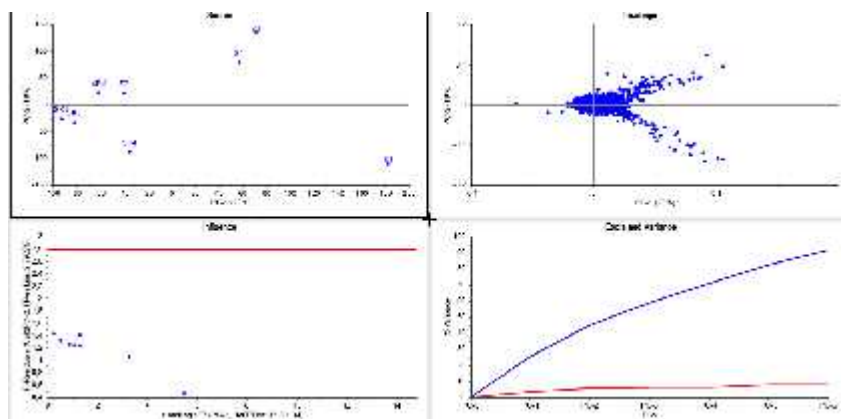
A.2 Hasil Unscrambler Responden R



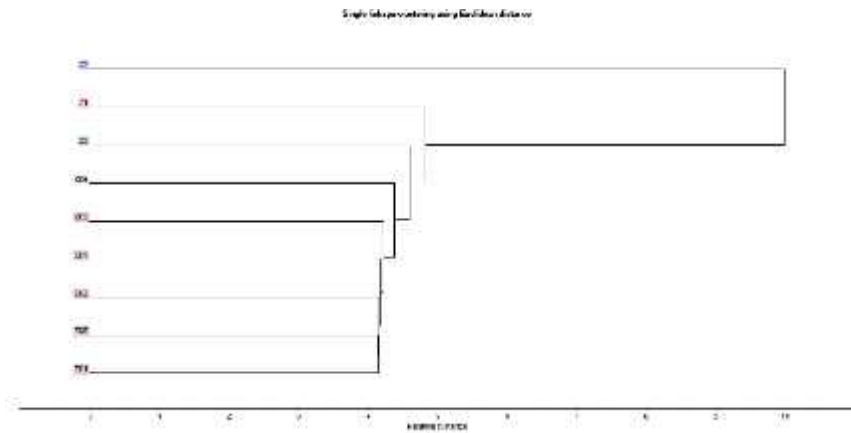
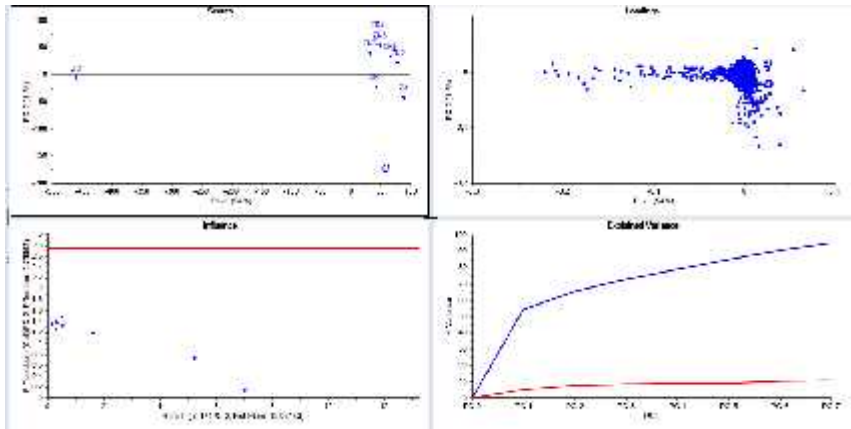
Single linkage clustering using Euclidean distance



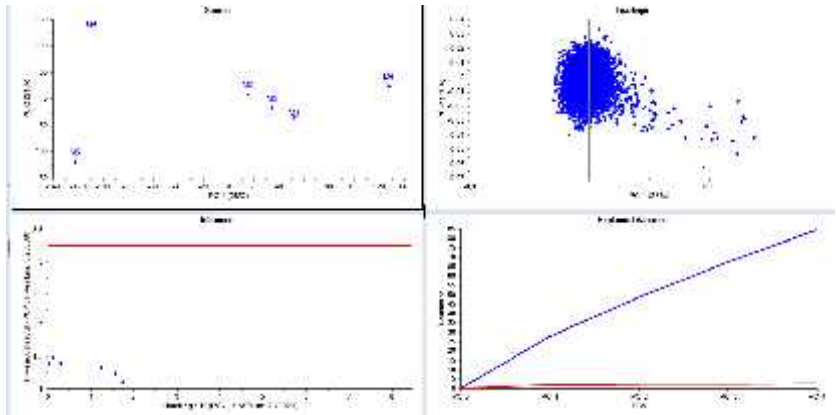
A.3 Hasil Unscrambler Responden S



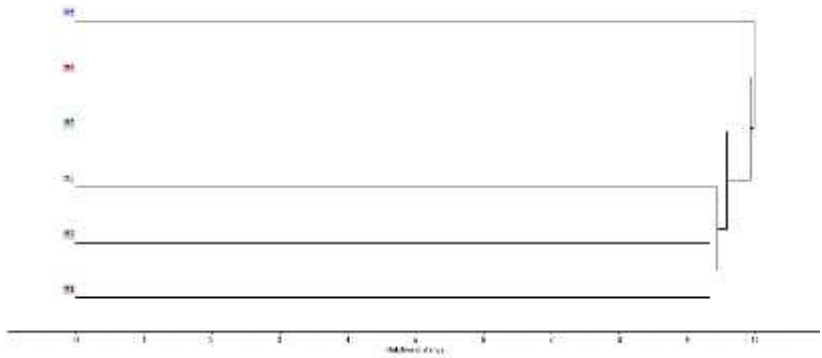
A.4 Hasil Unscrambler Responden Z



A.5 Hasil Unscrambler Responden M























Stabilitas dan ketahanan model Unscrambler



LAMPIRAN D

D.1 Tes chi square dari goodness of fit dan plot untuk saliva

PHOTIC SALINE COMPONENTS	H	%	dL	P LEVEL	RESULT	GENERAL SCORE	VISUAL SCATTER ANALYSIS	COMBINED JUDGMENT AND COMMENTS
FLUO BETA	48	3.9	4	> 20	GOOD		NOB MAX	NOB MAX
AGG PROBABINE	41	8.0	8	> 20	GOOD		SLIGHT PROMINENCE	NOB MAX
ESTERASE	48	6.0	8	< 20	ABNORMAL		SEVERE PROMINENCE	ABNORMAL CHALLENGEABLE PATIENTS ONLY
LINEE	48	-	-	-	-		EDGE CENTERING OF VISION ALBERT LATERAL INHIBITION	ABNORMAL SERIOUS VISUAL IMPAIRMENT
P-RESPIRANT	48	1.8	8	< 20	ABNORMAL		MILDLY P-PROMINENCE	Possible Impairment
CONJUNCTIVAE	49	1.7	8	> 20	GOOD		MINIMAL, B. ALBERT FOR THE EXTENDED WINDOW SCORES	NOB MAX
NON-PHOTIC W/PROBS	48	1.8	8	> 20	GOOD		MIN MAX	NOB MAX
TRIAL PROBLEMS	48	0.36	8	< 01	ABNORMAL		POSSIBLE SEVERE PUS PROMINENCE MILD VISUAL IMPAIRMENT	ABNORMAL
ALBANY	48	-	-	-	-		EDGE CENTERING OF VISION ALBERT LATERAL INHIBITION	SEVERE PROMINENCE/IMPAIRMENT
ELMEL ON	48	6.0	8	< 20-01	ABNORMAL		IMPAIRED PUPIL PROMINENCE	ABNORMAL ABNORMAL
FLUO BETA B	48	4.8	8	< 20-01	ABNORMAL		ALBANY'S IMPAIRMENT SCORES FOR PUPIL EXTENDED WINDOW SCORES	IMPAIRED PUPIL ABNORMAL PROMINENCE
SALINE	50	1.7	8	> 20	GOOD		MIN MAX	NOB MAX
MOON	50	3.8	8	> 20	GOOD		MIN MAX	NOB MAX
PHYSICIAN	51	8.0	8	< 01	ABNORMAL		MIN MAX	NOB MAX
QUALITY	51	1.7	8	> 20	GOOD		IMPAIRED PUPIL PROMINENCE	ABNORMAL
RECORDING	52	1.8	8	> 20	GOOD		ALBANY'S IMPAIRMENT	NOB MAX
NON-PHOTIC PROBABINE	49	2.8	8	> 20	GOOD		ALBANY'S IMPAIRMENT MILDLY PROMINENCE	NOB MAX
ONLINE PROMINENCE	48	6.8	8	< 20-01	ABNORMAL		EDGE CENTERING OF VISION ALBERT LATERAL INHIBITION	ABNORMAL
LEUCITE	51	4.0	8	> 20	GOOD		IMPAIRED PUPIL PROMINENCE EXTENDED WINDOW SCORES	IMPAIRED PUPIL ABNORMAL PROMINENCE
PH	50	6.0	8	< 20-01	ABNORMAL		ALBANY'S IMPAIRMENT	ABNORMAL ABNORMAL

BLOOD SERUM COMPONENT	N	%	CL	P LEVEL	RESULT	GENERAL SHIFT	VISUAL SCATTER ANALYSIS	COMBINED JUDGMENT AND COMMENTS
ACF PROTHROMBIN	35	5.44	2	$> .05 < .06$	NON-SKEWED, NORMAL		SOME ANOMALY IN THE MEDIAN RANGE IN A SLIGHT NEGATIVE SKEW	PROBABLY NORMAL
TOTAL ESTERASE	41	4.43	4	$> .30$	SKEWED		NORMAL	NORMAL
CHOLINESTERASE	41	6.25	3	$> .05$	SKEWED		NORMAL	NORMAL
β -GLOBULINASE	37	6.88	2	$< .05$	ABNORMAL		EXTREME POSITIVE SKEW	ABNORMAL

D.2 Tabel Inorganic Komponen Parotid Saliva

COMPONENT	NUMBER IN GROUP	OBSERVED RANGES mg. %	MEAN mg. %	STANDARD DEVIATION mg. %	MEDIAN mg. %
Calcium	51	0,9 - 5,0	2,9	0,8	3,0
Sodium	51	8,0 - 112,0	48,2	26,4	48,0
Potassium	51	54,0 - 187,0	81,9	20,6	81,0
Chloride	51	23,1 - 166,2	81,9	34,0	85,0
Bicarbonate	50	27,4 - 205,0	109,4	46,7	101,0
Phosphorus	40	5,0 - 19,1	9,5	2,8	9,2

D.3 Tabel Inorganic Komponen Whole Saliva

COMPONENT	NUMBER IN GROUP	OBSERVED RANGES mg. %	MEAN mg. %	STANDARD DEVIATION mg. %	MEDIAN mg. %
Calcium	45	8,0 - 26,0	14,5	3,7	14,1
Sodium	45	10,0 - 98,0	33,6	17,4	20,0
Potassium	45	52,0 - 114,0	74,3	13,2	73,0
Chloride	45	39,0 - 157,7	71,0	22,8	58,5
Bicarbonate	44	17,1 - 127,2	71,4	25,0	73,5
Phosphorus	38	6,2 - 13,3	9,7	1,9	9,8

D.4 Tabel Organik Kompoen

TABLE IV					
ORGANIC COMPONENTS OF SALIVA					
Parotid Saliva					
COMPONENT	NUMBER IN GROUP	OBSERVED RANGES mg. %	MEAN mg. %	STANDARD DEVIATION mg. %	MEDIAN mg. %
Phosphorus	40	2.3 - 16.1	5.6	2.4	6.6
Lactic Acid	51	0.2 - 7.6	2.1	1.7	1.6
Whole Saliva					
Phosphorus	38	0.7 - 13.9	4.0	2.4	3.7
Lactic Acid	45	0.1 - 11.9	1.6	2.2	1.1
SECRETION RATE OF ORGANIC COMPONENTS OF STIMULATED PAROTID SALIVA					
-Mean, Median, and Dispersion Values (mg./hr.)-					
COMPONENT	NUMBER IN GROUP	OBSERVED RANGES mg./hr.	MEAN mg./hr.	STANDARD DEVIATION mg./hr.	
Phosphorus	40	0.5 - 7.1	3.1	1.0	
Lactic Acid	44	0.1 - 7.6	1.2	1.7	

BIODATA PENULIS



Penulis lahir pada tanggal 10 Oktober 1986 di Pasuruan, Jawa Timur. Penulis menempuh pendidikan di SDN Kepulungan III (1993-1999), SMPN 1 Gempol (1999-2002), SMAN 1 Pandaan (2002-2005) dan Jurusan D3 Teknik Fisika - Instrumentasi, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (2005-2008). Penulis bekerja sebagai Pegawai Negeri Sipil (PNS) di RSUD dr.R Soedarsono Kota Pasuruan sampai saat ini . Penulis melanjutkan studinya di Departemen Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya sebagai mahasiswa lintas jalur pada tahun 2017. Bidang minat yang diambil penulis adalah Rekayasa Fotonika. Selama menjadi mahasiswa, penulis fokus belajar dan kuliah demi menggapai cita-cita. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail all.rizqi.lj17@gmail.com