



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISIS DAN IDENTIFIKASI KONSENTRASI FORMALIN  
PADA MAKANAN DENGAN METODE *HIDDEN MARKOV  
MODEL***

**SKRIPSI**

**FERNANDO**

**08 06 36 5822**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI ELEKTRO**

**DEPOK**

**JULI**

**2010**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISIS DAN IDENTIFIKASI KONSENTRASI FORMALIN  
PADA MAKANAN DENGAN METODE *HIDDEN MARKOV*  
*MODEL***

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

**FERNANDO**

**08 06 36 5822**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI ELEKTRO  
DEPOK  
JULI 2010**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar**

**Nama : Fernando**

**Npm : 0806365822**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal : 4 Juli 2010**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini di ajukan oleh

Nama : Fernando  
NPM : 0806365822  
Program Studi : Teknik Elektro

Skripsi dengan judul :

Analisis dan Identifikasi Konsentrasi Formalin Pada Makanan Dengan Menggunakan Metode *Hidden Markov Model*

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia**

## DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr.Ir.Arman Djohan D, M.Eng (  )

Penguji 1 : Prof. Dr. Ir. Harry Sudibyo DEA (  )

Penguji 2 : Filbert Hilman Juwono S.T., M.T. (  )

Ditetapkan di : Ruang RAPAT LT 1 DTE Depok

Tanggal : 30 Juni 2010

## UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji bagi Allah, karena anugerah dan kasih-Nya lah laporan skripsi ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Walaupun dalam penulisan ilmiah ini saya menemukan berbagai macam kesulitan, akan tetapi Allah selalu senantiasa memberikan tetesan rahmat-Nya sehingga semua rintangan dan tantangan dapat dilalui dengan anugerah-Nya.

Tema yang penulis angkat sebagai bahan skripsi ini bukanlah hal mudah yang sudah penulis kuasai sebelumnya. Dalam proses pengerjaannya, mulai dari penelitian hingga penulisan laporan skripsi ini, banyak sekali bantuan yang penulis terima dari berbagai pihak, baik bantuan moril maupun materiil. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Kedua Orang tuaku tercinta yang tanpa henti memberikan perhatian dan kasih sayangnya yang tulus dan dorongan moril maupun materiil serta selalu memberikan semangat yang sangat berarti.
2. Bapak Dr. Ir. Arman D. Diponegoro, M.Eng (Mr. Markov), selaku dosen pembimbing yang telah memberikan petunjuk, kemudahan dalam menyusun dan membimbing saya dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Drs. Sunardi, Msi selaku penanggung jawab Laboratorium afiliasi, Departemen Kimia, FMIPA Universitas Indonesia (UI) atas kesempatan dan konsultasi selama pengambilan data sample formalin
4. Bapak Muhammad Yacub, selaku Manager Operational atas kesempatan dan dukungan yang diberikan untuk mengizinkan saya mengambil kuliah ini.
5. Ruthy Telaumbanua, terima kasih atas kasih, dukungan, doa dan bantuannya dalam masa study dan penyusunan skripsi
6. Teman-teman afiliasi, Departemen Kimia, FMIPA Universitas Indonesia (UI), Arya, Rasyid, Novi, Bagus, Izul, Alvin
7. Terima kasih Team Markov atas kerja sama, silaturahmi dan kebersamaan kita dalam menjalankan skripsi ini. (Dian, Desti, Putri, Hendra dan Mba Leni)

8. Teman-teman NOC Circlecom terima kasih atas pengertian dan dukungan selama menjalankan kuliah dan skripsi terkhusus Ronny yang selalu membackup saya.
9. Teman-teman PMKK dan Holan kost, KTB(B' Allan, Ronny, Renol dan Saut) dan pengurus POA 2010-2012, terima kasih atas dukungan doa dan semangat. Bersyukur akan anugerah bisa mengenal kalian semua.
10. Seluruh rekan-rekan S1 Ekstensi Teknik Elektro 2008 yang banyak memberikan semangat dan motivasinya, terkhusus anak bimbingan Pa Arman baik yang langsung maupun tidak langsung ;Eki, Cakra, Venty, Priss
11. Semua pihak yang secara tidak langsung terlibat dalam pembuatan skripsi ini dan tidak mungkin dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas bantuannya

Semoga penulisan ilmiah ini benar-benar dapat memberikan kontribusi positif dan menimbulkan sikap kritis kepada para pembaca khususnya dan masyarakat pada umumnya untuk senantiasa terus memperoleh wawasan dan ilmu pengetahuan di bidang teknologi.

Menyadari keterbatasan pengalaman dan kemampuan yang dimiliki saya, sudah tentu terdapat kekurangan serta kemungkinan jauh dari sempurna, untuk itu saya tidak menutup diri dan mengharapkan adanya saran serta kritik dari berbagai pihak yang sifatnya membangun guna menyempurnakan penulisan ilmiah ini.

Akhir kata semoga penulisan ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang bersangkutan, khususnya bagi saya dan umumnya bagi para pembaca.

Depok, 4 Juli 2010

Fernando

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fernando  
NPM : 0806365822  
Program Studi : Teknik Elektro  
Departemen : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Analisis dan Identifikasi Konsentrasi Formalin Pada Makanan Dengan Menggunakan Metode *Hidden Markov Model*

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : 4 Juli 2010  
Yang menyatakan

( Fernando )

## ABSTRAK

Nama :Fernando  
Program Studi :Teknik Elektro  
Judul :Analisis dan Identifikasi Konsentrasi Formalin Pada Makanan Dengan Menggunakan Metode *Hidden Markov Model*

Pada dasarnya makanan tidak tahan lama untuk disimpan terlebih makanan yang mengandung kadar air tinggi. Penggunaan pengawet makanan untuk mencegah fermentasi, pengasaman dan menghambat fermentasi, pengasaman atau peruraian lain terhadap makanan yang disebabkan oleh mikroorganisme, misalnya formalin. Masyarakat sangat sukar membedakan pangan segar dengan pangan yang telah dibubuhi formalin karena para produsen atau pedagang biasa menggunakan formalin dalam kadar minimal.

Penelitian ini membahas tentang perancangan sistem pengenalan identifikasi konsentrasi formalin pada makanan dengan metode HMM. Sistem ini terbagi menjadi dua proses utama, yaitu pembentukan database dan identifikasi konsentrasi formalin. Kedua proses ini dilakukan dengan cara yang hampir sama, yaitu tiap sampel akan mengalami proses pelabelan, pembuatan *codebook* dan pembentukan parameter HMM. Dimulai dengan pembentukan vektor-vektor data dengan teknik kuantisasi vektor (VQ), yang kemudian dicari suatu nilai *centroid* yang presisi untuk dijadikan *state* HMM dalam menentukan nilai-nilai parameter yang dibutuhkan. Berdasarkan parameter-parameter inilah, dapat dihitung suatu nilai probabilitas (*Log of Probability*) maksimum yang akan menunjukkan hasil keluarannya. Dari hasil perancangan sistem ini, akan dibandingkan akurasi sistem terhadap variasi nilai durasi sampel, jumlah sampel, dan ukuran *codebook*.

Pada penelitian, Secara keseluruhan sistem ini memiliki tingkat akurasi yang dicapai antara 61% sampai 87%. Hasil akurasi yang paling tinggi sebesar 87,03% untuk ukuran *codebook* 64 dengan jumlah 7 data training, sedangkan hasil akurasi yang paling rendah sebesar 61,11% untuk ukuran *codebook* 64 dengan jumlah 7 *data training*

Kata kunci:  
VQ, FFT, Formalin, *Codebook*, HMM, LOP

## ABSTRACT

Name : Fernando  
Study Program : Electrical Engineering  
Title : Analysis and Identification of Formaldehyde Concentration In Food Using Hidden Markov Model Methode

Basically perishable foods to be stored especially foods that contain high water content. The use of food preservatives to prevent fermentation, acidification and inhibit fermentation, acidification or other deterioration of food caused by microorganisms. One example of the misuse of food products is the use of synthetic preservatives as food additives, such as formalin. Society is very difficult to distinguish between fresh food and food that has been laced with formaldehyde because of the manufacturers or traders usually use the minimal levels of formaldehyde.

This scientific research discusses about the design of formaldehyde recognition system in food with HMM method. The system consists of two main processes: database construction and formaldehyde recognition. Both of this processes is done with almost exact ways. Each samples will be processed through labelling, codebook construction, and HMM parameter making. The whole process is started with the establishment of data vectors with Vector Quantization techniques (VQ), which can be used to analyze precise centroid positions for state HMM used and the values of parameters. Based on these parameters, can be calculated the maximum Log of Probability as output of the system. Output of each samples are compared to get system accuracy based on variation of sample duration, sample amount, and codebook size.

In the scientific research, the system has the level of accuracy between 61% to 87%. The result of the highest accuracy of 87.03% for codebook size of 64 with the 7 training data, while results in the lowest accuracy of 61.11% for codebook size of 64 with the 7 training data

Keywords:  
Formaldehyde, VQ, FFT, Codebook, HMM, LOP

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	iv
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Deskripsi Singkat.....	3
1.5 Metodologi Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II DASAR TEORI</b> .....	5
2.1 Pengolahan Proses Sinyal Digital.....	5
2.2 Proses Ekstraksi[11].....	6
a <i>FramBlocking</i> .....	6
b <i>Fast Fourier Transform</i> [11].....	7
c <i>Windowing</i> .....	9
2.3 Kuantisasi Vektor ( <i>Vector Quantization</i> )[141][15].....	10
2.4 Pemodelan Dengan HMM ( <i>Hidden Markov Model</i> ) [16][17].....	13
2.5 <i>Spectrofotometri</i> .....	17
2.5.1 Teori Dasar.....	17
2.5.2 Instrument.....	19
2.6 <i>Formaldehida</i> [21].....	23
2.6.1 Sifat.....	24
2.6.2 Kegunaan.....	24
2.6.3 Penggunaan Formalin yang salah.....	25
<b>BAB III PERANCANGAN dan METODELOGI</b> .....	26
3.1 Proses Pengambilan Data.....	26
A Alat – alat yang digunakan.....	28
B Bahan .....	28
C Prosedur.....	29
1 Larutan Induk Formalin dan Standar Formalin	29
2 Larutan Induk Sample Mie.....	30

3	Larutan Induk Sample Baso.....	30
4	Larutan Induk Sampel Tahu dicampurkan dengan Formalin.....	30
5	Larutan Induk sampel baso dicampurkan dengan Formalin.....	30
6	Larutan Induk Sampel Mie dicampurkan dengan Formalin.....	31
7	Pembuatan Blangko.....	31
8	Pembuatan Ujicoba Larutan Sampel Formalin.....	31
9	Pembuatan Ujicoba Larutan Sampel Baso dan Mie tanpa formalin.....	33
10	Pembuatan Ujicoba Larutan Sampel Tahu dengan formalin.....	34
11	Pembuatan Ujicoba Larutan Sampel Baso dengan formalin.....	36
12	Pembuatan Ujicoba Larutan Sampel Mie dengan formalin.....	37
D	Pengukuran sampel larutan menggunakan <i>Spectrophotometer</i> .....	39
3.2	Proses Pembuatan <i>Database</i> .....	41
3.2.1	Pelabelan.....	42
3.2.2	Pembuatan <i>Codebook</i> .....	45
3.2.3	Pembentukan Parameter HMM .....	47
3.3	Proses identifikasi.....	49

#### **BAB IV UJI COBA DAN ANALISIS PENDETEKSI FORMALIN PADA MAKANAN DENGAN METODE HMM .....**

4.1	Daftar Jenis Larutan dan Jenis Percobaan .....	53
4.2	Hasil Uji Coba .....	55
1	Hasil uji coba untuk ukuran <i>Codebook</i> 32 dengan jumlah 5 data <i>training</i> dalam label.....	55
2	Hasil uji coba untuk ukuran <i>Codebook</i> 64 dengan jumlah 5 data <i>training</i> dalam label.....	56
3	Hasil uji coba untuk ukuran <i>Codebook</i> 128 dengan 5 data <i>training</i> dalam label .....	58
4	Hasil uji coba untuk ukuran <i>Codebook</i> 256 dengan 5 data <i>training</i> dalam label .....	59
5	Hasil uji coba untuk ukuran <i>Codebook</i> 512 dengan jumlah 5 data <i>training</i> dalam label.....	61
6	Hasil uji coba untuk ukuran <i>Codebook</i> 1024 dengan jumlah 5 data <i>training</i> dalam label.....	62
7	Hasil uji coba untuk ukuran <i>Codebook</i> 32 dengan jumlah 7 data <i>training</i> dalam label.....	64
8	Hasil uji coba untuk ukuran <i>Codebook</i> 64 dengan jumlah 7 data <i>training</i> dalam label.....	65
9	Hasil uji coba untuk ukuran <i>Codebook</i> 128 dengan jumlah 7 data <i>training</i> dalam label.....	67
10	Hasil uji coba untuk ukuran <i>Codebook</i> 256 dengan jumlah .....	68

7 data <i>training</i> dalam label.....	
11 Hasil uji coba untuk ukuran <i>Codebook</i> 512 dengan jumlah 7 data <i>training</i> dalam label.....	70
12 Hasil uji coba untuk ukuran <i>Codebook</i> 1024 dengan jumlah 7 data <i>training</i> dalam label.....	71
4.3 Rangkuman Hasil Uji Coba.....	73
4.4 Analisa Percobaan.....	78
4.4.1 Pengaruh perubahan ukuran <i>codebook</i>	78
4.4.2 Pengaruh perubahan jumlah data <i>training</i> dalam label	83
<b>BAB V KESIMPULAN.....</b>	<b>86</b>
<b>DAFTAR ACUAN .....</b>	<b>87</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>89</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Spektrum cahaya tampak ( <i>Visible</i> ) dan warna komplemennya
<b>Tabel 4.1</b>	Nama <i>File</i> dan Jenis larutan yang diuji
<b>Table 4.2</b>	Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran <i>codebook</i> 32 dengan jumlah 5 data <i>training</i> dalam label
<b>Table 4.3</b>	Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran <i>codebook</i> 64 dengan jumlah 5 data <i>training</i> dalam label
<b>Table 4.4</b>	Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran <i>codebook</i> 128 dengan jumlah 5 data <i>training</i> dalam label
<b>Table 4.5</b>	Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran <i>codebook</i> 256 dengan jumlah 5 data <i>training</i> dalam label
<b>Table 4.6</b>	Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran <i>codebook</i> 512 dengan jumlah 5 data <i>training</i> dalam label
<b>Table 4.7</b>	Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran <i>codebook</i> 1024 dengan jumlah 5 data <i>training</i> dalam label
<b>Table 4.8.</b>	Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran <i>codebook</i> 32 dengan jumlah 7 data <i>training</i> dalam label
<b>Table 4.9</b>	Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran <i>codebook</i> 64 dengan jumlah 7 data <i>training</i> dalam label
<b>Table 4.10</b>	Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran <i>codebook</i> 128 dengan jumlah 7 data <i>training</i> dalam label
<b>Table 4.11</b>	Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran <i>codebook</i> 256 dengan jumlah 7 data <i>training</i> dalam label
<b>Table 4.12</b>	Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran <i>codebook</i> 512 dengan jumlah 7 data <i>training</i> dalam label
<b>Table 4.13</b>	Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran <i>codebook</i> 1024 dengan jumlah 7 data <i>training</i> dalam label
<b>Tabel 4.14</b>	Rangkuman hasil uji coba untuk baso dengan formalin 0,01%
<b>Tabel 4.15</b>	Rangkuman hasil uji coba untuk baso dengan formalin 0,02%
<b>Tabel 4.16</b>	Rangkuman hasil uji coba untuk baso dengan formalin 0,05%
<b>Tabel 4.17</b>	Rangkuman hasil uji coba untuk baso dengan formalin 0,1%
<b>Tabel 4.18</b>	Rangkuman hasil uji coba untuk baso dengan nonformalin
<b>Tabel 4.19</b>	Rangkuman hasil uji coba untuk formalin
<b>Tabel 4.20</b>	Rangkuman hasil uji coba untuk formalin 0,02%
<b>Tabel 4.21.</b>	Rangkuman hasil uji coba untuk formalin 0,1%
<b>Tabel 4.22.</b>	Rangkuman hasil uji coba untuk mie dengan formalin 0,01%
<b>Tabel 4.23.</b>	Rangkuman hasil uji coba untuk mie dengan formalin 0,02%
<b>Tabel 4.24.</b>	Rangkuman hasil uji coba untuk mie dengan formalin 0,05%
<b>Tabel 4.25.</b>	Rangkuman hasil uji coba untuk mie dengan formalin 0,1%
<b>Tabel 4.26.</b>	Rangkuman hasil uji coba untuk mie nonformalin
<b>Tabel 4.27.</b>	Rangkuman hasil uji coba untuk tahu dengan formalin 0,01%
<b>Tabel 4.28.</b>	Rangkuman hasil uji coba untuk tahu dengan formalin 0,02%
<b>Tabel 4.29.</b>	Rangkuman hasil uji coba untuk tahu dengan formalin 0,05%
<b>Tabel 4.30.</b>	Rangkuman hasil uji coba untuk tahu dengan formalin 0,1%
<b>Tabel 4.31.</b>	Rangkuman hasil uji coba untuk tahu nonformalin
<b>Tabel 4.32</b>	Persentase akurasi seluruh parameter

**Tabel 4.33** Nilai *LoP* dari file *baso\_formalin0,02%* untuk ukuran *codebook* 32 dan 64 dengan jumlah 5 data *training* dalam label

**Tabel 4.34.** Nilai *LoP* dari file *tahu\_formalin0,02%* untuk ukuran *codebook* 64 dengan jumlah 5 data *training* dan jumlah 7 data *training*



## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1.** Diagram aplikasi Pengolahan Sinyal Digital dalam kehidupan sehari – hari
- Gambar 2.2.** Blok diagram sistem Pengolahan Sinyal Digital
- Gambar 2.3** Pengubahan dari sinyal kontinyu ke sinyal diskret
- Gambar 2.4.** Proses *Frame Blocking*
- Gambar 2.5** Proses *windowing*
- Gambar 2.6** Pemetaan pada proses vektor kuantisasi
- Gambar 2.7** Contoh *codeword* pada ruang dua dimensi
- Gambar 2.8** HMM Model *ergodic*
- Gambar 2.9** HMM model Kiri-Kanan
- Gambar 2.10** Contoh matriks transisi
- Gambar 2.11** Contoh Variasi Absorbant dengan Panjang Gelombang
- Gambar 2.12** *Spectrophotometer* UV-VIS
- Gambar 2.13** Spektrum Frekuensi
- Gambar 2. 14.** Blok Diagram *spectrophotometer*
- Gambar 2.15.** Sel tempat *sample* (*cuvette*/kuvet)
- Gambar 2.16.** *Detektor Phototube*
- Gambar 2.17** Struktur dan sifat Formalin
- Gambar 3.1** Diagram alir proses pengambilan data
- Gambar 3.2** Larutan standar formalin dengan konsentrasi 0.1%
- Gambar 3.3** Hasil campuran larutan formalin dengan konsentrasi 0.1%
- Gambar 3.4** Hasil Campuran larutan formalin dengan konsentrasi 0.05%
- Gambar 3.5** Hasil larutan mie tanpa formalin
- Gambar 3.6** Hasil larutan baso tanpa formalin
- Gambar 3.7** Hasil pembuatan ujicoba campuran tahu dengan konsentrasi formalin 0,01%
- Gambar 3.8** Hasil pembuatan ujicoba campuran tahu dengan konsentrasi formalin 0,02%
- Gambar 3.9** Hasil pembuatan ujicoba campuran baso dengan konsentrasi formalin 0,02%
- Gambar 3.10** Hasil pembuatan ujicoba campuran baso dengan konsentrasi formalin 0,01%
- Gambar 3.11** Hasil pembuatan ujicoba campuran mie dengan konsentrasi formalin 0,01%
- Gambar 3.12** Hasil pembuatan ujicoba campuran mie dengan konsentrasi formalin 0,02%
- Gambar 3.13** Diagram alir pengukuran larutan dengan *Spectrophotometer*
- Gambar 3.14** Contoh data keluaran *Spectrophotometer* UV-Vis (a) bentuk gelombang hasil pengukuran,(b) Nilai hasil pengukuran panjang gelombang dan absorbant
- Gambar 3.15** Diagram alir pembuatan *database*
- Gambar 3.16** Tampilan program proses pelabelan sample
- Gambar 3.17** Contoh dari hasil proses pelabelan
- Gambar 3.18** Tampilan program tahap pembentukan *codebook*
- Gambar 3.19** Hasil tampilan *codebook*

- Gambar 3.20** Grafik LoP  
**Gambar 3.21** Tampilan Program Pembentukan Parameter HMM  
**Gambar 3.22** Diagram alir proses identifikasi formalin  
**Gambar 3.23** Tampilan program pendeteksi formalin  
**Gambar 4.1** Ukuran *codebook* 32  
**Gambar 4.2** Ukuran *codebook* 64  
**Gambar 4.3** Ukuran *codebook* 128  
**Gambar 4.4** Ukuran *codebook* 256  
**Gambar 4.5** Ukuran *codebook* 512  
**Gambar 4.6.** *Codebook* 64 dengan (a) jumlah 5 data *training* dan (b) jumlah 7 data *training*

## DAFTAR SINGKATAN

ADC	<i>Analog to Digital Converter</i>
AI	<i>Artificial Intelligence</i>
DFT	<i>Discrete Fourier Transform</i>
DSP	<i>Digital Signal Processing</i>
FFT	<i>Fast Fourier Transform</i>
HMM	<i>Hidden Markov Metode</i>
LoP	<i>Log of Probability</i>
REM	<i>Radiasi elektromagnetik</i>
UV-VIS	<i>Ultraviolet-Visible</i>
VQ	<i>Vector Quantization</i>

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar belakang

Pangan merupakan kebutuhan yang penting bagi kehidupan manusia, pada dasarnya makanan tidak tahan lama untuk disimpan terlebih makanan yang mengandung kadar air tinggi seperti tahu, ikan, baso, mie basah. Penyimpanan yang relatif singkat tentu merugikan para produsen atau industri-industri yang memproduksi makanan[1]. Oleh sebab itu memicu para produsen industri kecil dan rumah tangga menggunakan bahan tambahan pengawet. Penggunaan bahan tambahan makanan diperbolehkan apabila diperlukan untuk memperoleh bentuk, konsistensi dan rupa yang menarik serta rasa dan aroma yang enak atau digunakan untuk meningkatkan gizi suatu makanan. Penggunaan bahan tambahan makanan dilarang jika bertujuan untuk menutupi mutu yang rendah, menyembunyikan cara pengolahan yang tidak baik serta mengelabui konsumen[2].

Pengawet makanan adalah bahan makanan yang dapat mencegah fermentasi, pengasaman dan menghambat fermentasi, pengasaman atau peruraian lain terhadap makanan yang disebabkan oleh mikroorganisme. Bahan tambahan makanan ini biasanya ditambahkan ke dalam makanan yang mudah rusak, atau makanan yang disukai sebagai medium tumbuhnya bakteri atau jamur seperti produk daging, buah-buah dan lain-lain. Salah satu contoh penyalahgunaan pada produk makanan adalah penggunaan pengawet sintetik sebagai bahan tambahan makanan, misalnya formalin[3]. Formalin merupakan nama dagang larutan *formaldehid* dalam air dengan kadar 30-40 persen. Formalin sering digunakan sebagai desinfektan untuk bahan pembersih lantai, sebagai *germisida* dan *fungisida* pada tanaman dan sayuran, serta sebagai pembasmi serangga, sebagai bahan pengeras jaringan dan untuk mengawetkan mayat. Apabila formalin tercampur dalam makanan dengan dosis rendah maka akan menyebabkan keracunan. Namun apabila termakan dalam dosis tinggi akan sangat membahayakan, karena hanya dalam beberapa jam saja akan menyebabkan seseorang yang memakannya menjadi kejang-kejang, kencing darah, muntah darah bahkan dapat berujung kematian. Formalin ini sangat mudah diserap melalui saluran pernafasan dan pencernaan. Penggunaan formalin dalam jangka

panjang dapat berakibat buruk pada organ tubuh, seperti kerusakan hati dan ginjal [4].

Para konsumen sangat sukar membedakan pangan segar dengan pangan yang telah dibubuhi formalin karena para produsen atau pedagang biasa menggunakan formalin dalam kadar minimal. Sementara itu deteksi formalin secara akurat hanya dapat dilakukan di laboratorium dengan menggunakan bahan-bahan kimia[5]. Oleh sebab itu, pada penelitian ini akan dibahas mengenai pendeteksi formalin pada makanan dengan metode *Hidden Markov Model*. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran dengan menggunakan *Spectrophotometer* yang berupa panjang gelombang dan tingkat *absorbant* yang bervariasi. Kemudian data keluaran dari *Spectrophotometer* menjadi input dalam *software* pendeteksi konsentrasi formalin dengan menggunakan *Hidden Markov Model*. *Spektrophotometer* adalah alat untuk mengukur transmittan atau *absorbant* suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Sedangkan pengukuran menggunakan *spektrophotometer* ini, metoda yang digunakan sering disebut dengan *spektrofotometri*[6].

Teknik *Hidden Markov Model* merupakan teknik kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence* atau *AI*) dengan parameter yang tidak diketahui dari parameter-parameter yang dapat dilihat[7]

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang perangkat lunak untuk mendeteksi konsentrasi formalin pada makanan dengan menggunakan metode *Hidden Markov Model(HMM)* dimana dilakukan proses pengolahan sinyal data yang berasal dari keluaran *Spectrophotometer Ultraviolet-Visible (UV-VIS)* untuk digunakan sebagai masukan. Selain itu penelitian ini ditujukan untuk membandingkan dan menganalisa akurasi perangkat lunak sistem pendeteksi formalin pada makanan terhadap variasi jumlah data training dalam label dan ukuran *codebook*.

## **1.3 Batasan Masalah**

Pada penelitian ini, makanan yang akan dijadikan *database* untuk dideteksi hanya dibatasi pada tahu, baso dan mie. dan tidak akan membahas mengenai

struktur atau unsur-unsur kimia formalin secara mendetail. Masing-masing makanan terdiri 5 konsentrasi 0.01%, 0.02%, 0.05% 0.1% dan non formalin. Setiap jenis konsentrasi hanya terdiri dari 10 data training dalam label. Pada penelitian ini akan dilakukan analisa tingkat akurasi dengan masing-masing *codebook* 32, 64, 128, 256, 512, 1024.

#### 1.4 Deskripsi Singkat

Penelitian ini pada dasarnya adalah mendeteksi konsentrasi formalin pada makanan tahu, baso dan mie dengan menggunakan *Spectrophotometer UV-Vis* sebagai alat bantu untuk mengukur *absorbant (%T)* disetiap panjang gelombang dari jenis larutan yang diukur, dimana data-data dari *Spectrophotometer* yang masih berupa format “\*.spc” dikonversikan ke dalam format “\*.xls” yang nantinya diolah dengan perangkat lunak dengan menggunakan metode HMM.

#### 1.5 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang akan dilakukan terdiri dari beberapa tahap antara lain:

1. Studi Literatur

Mempelajari dan mencari informasi tentang teori-teori dasar sebagai sumber penulisan. Informasi dan pustaka yang berkaitan dengan formalin, pengolahan sinyal data & tentang *Hidden Markov Model* yang diperoleh dari literatur, buku-buku, jurnal, penjelasan yang diberikan dosen pembimbing, internet, dan artikel yang berhubungan dengan penelitian ini.

2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan tahap awal untuk mencoba memahami, menerapkan, dan menggabungkan semua literatur yang diperoleh maupun yang telah dipelajari dan selanjutnya dapat merealisasikan sistem sesuai dengan tujuan.

3. Uji Sistem

Uji sistem ini berkaitan dengan pengujian sistem perangkat lunak pengolahan data hasil pendeteksian konsentrasi formalin serta akan dilakukan penghitungan persentase *error* dari sistem yang telah dibuat.

#### 4. Metode Analisis

Metode ini merupakan pengamatan terhadap data yang diperoleh dari alat pengukur serta pengambilan data. Pengambilan data meliputi kecepatan memberikan perintah sampai tanggapan sistem berupa ketepatan pengekseskuisian perintah. Setelah itu dilakukan penganalisisan sehingga dapat ditarik kesimpulan dan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.

### 1.6 SistematikaPenulisan

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari 5 (lima) bab yaitu:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab berisikan tentang latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, deskripsi singkat, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

#### **BAB II DASAR TEORI**

Bab ini berisikan teori – teori penunjang yang mendukung penelitian dan perancangan serta pembuatan tugas akhir ini.

#### **BAB III PERANCANGAN dan METODELOGI**

Bab ini berisikan penjelasan secara keseluruhan tentang sistem kerja penelitian dan rancangan perangkat lunak pengolahan data serta diagram alir dan algoritma proses dari program pengolahan data.

#### **BAB IV UJI COBA DAN ANALISA PERANGKAT LUNAK PENDETEKSI FORMALIN PADA MAKANAN DENGAN METODE HMM**

Bab ini berisikan hasil uji coba perangkat lunak, pengujian rancangan yang telah dibuat berdasarkan variasi parameter-parameter tertentu dan perhitungan persen *error* untuk memastikan kapabilitas dari sistem yang dibangun.

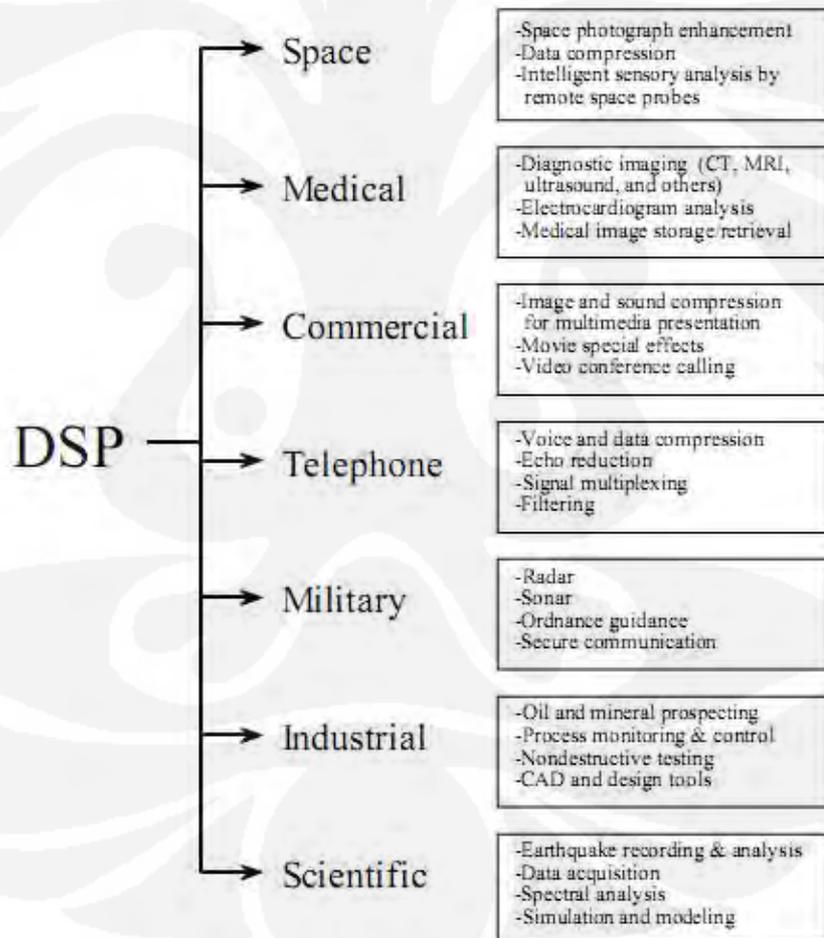
#### **BAB V KESIMPULAN**

Bab ini berisikan kesimpulan yang diperoleh setelah dilakukan penelitian dan perancangan program.

## BAB II DASAR TEORI

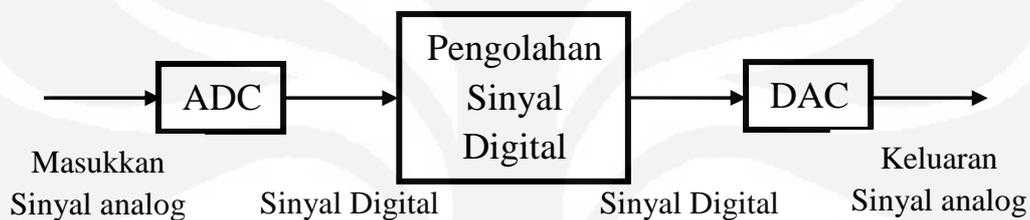
### 2.1. Pengolahan Proses Sinyal Digital

Pada umumnya signal dalam bidang teknologi merupakan signal analog. Pengolahan sinyal digital atau sering disebut dengan DSP (*Digital Signal Processing*) merupakan suatu metode pengolahan sinyal yang biasanya berupa sinyal analog. Pengolahan sinyal pada teknologi elektronika adalah secara digital, memanfaatkan komputer atau mikrokontroler. Hal ini tidak lain karena kemudahan-kemudahan yang ditawarkan oleh teknik digital. Pada Gambar 2.1 menggambarkan beberapa aplikasi DSP yang bervariasi

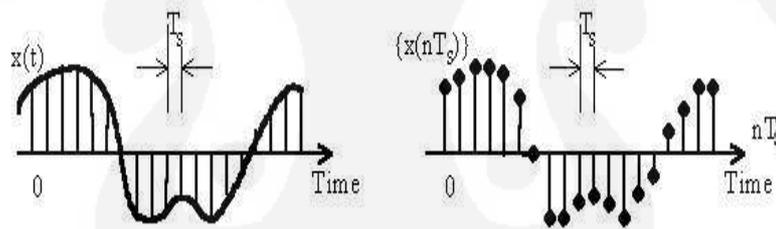


Gambar 2.1. Diagram aplikasi Pengolahan Sinyal Digital dalam kehidupan sehari – hari[8]

Pengolah sinyal secara digital atau diskrit diperlukan ADC (Analog to Digital Converter) dan teknik-teknik pengolahan/pemrosesan sinyal digital (*digital signal procesing*). Proses pengolahan sinyal digital, diawali dengan proses pencuplikan sinyal masukan yang berupa sinyal kontinyu. Proses ini mengubah representasi sinyal yang tadinya berupa sinyal kontinyu menjadi sinyal diskrit, proses ini dilakukan oleh suatu unit ADC. Sistem diatas dapat dijelaskan dengan blok diagram Gambar 2.2. Sebagai ilustrasi, proses pencuplikan suatu sinyal digambarkan pada Gambar 2.3



**Gambar 2.2.** Blok diagram sistem Pengolahan Sinyal Digital[9]



**Gambar 2.3** Pengubahan dari sinyal kontinyu ke sinyal diskret[10]

## 2.2. Proses Ekstraksi[11]

Ekstraksi atau *feature extraction* merupakan proses dimana tiap-tiap *sample* sinyal akan diubah menjadi vektor - vektor data. Data yang telah ternormalisasi selanjutnya akan diekstraksi untuk mengubah data dalam domain frekuensi. Dalam proses ekstraksi terdapat beberapa proses yaitu :

### a. *Frame Blocking*

Proses *frame blocking*, suatu sinyal kontinyu yang diterima akan dibagi ke dalam  $N$  *frame* berdasarkan persamaan (2.1). Sinyal kontinyu diblok dalam *frame* dari  $N$  sampel, dengan *frame* berdekatan yang terpisah oleh  $M$  ( $M < N$ ). *Frame* pertama terdiri dari  $N$  sampel pertama. *Frame* kedua mulai  $M$  sampel setelah *frame*

pertama dan saling menyusul dengan  $N-M$  sampel. Begitu pula dengan *frame* ketiga mulai sampel  $2M$  setelah *frame* pertama (atau  $M$  sampel setelah *frame* kedua) dan menyusul  $N- 2M$  sampel [12]. Proses ini berlanjut sampai semua sinyal dihitung dalam satu *frame* atau lebih.

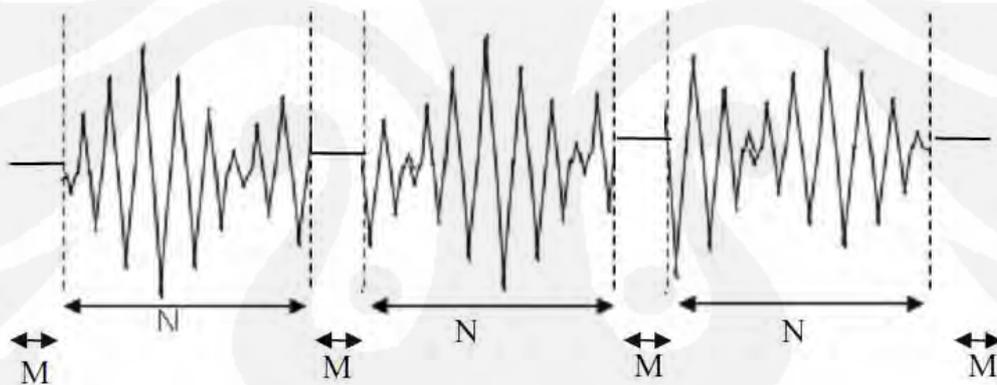
$$t = N/fs \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :  $N$  = banyak data per *frame*

$fs$  = frekuensi sampling

$t$  = panjang *frame*

Panjang *frame* yang biasanya digunakan dalam pemrosesan sinyal adalah antara 10 ms – 30 ms. Proses *frame blocking* ini terus dilakukan sampai sinyal dapat diproses seluruhnya. Selain itu, proses ini umumnya dilakukan secara *overlapping* untuk setiap *frame*-nya. Panjang daerah *overlap* yang digunakan secara umum adalah 30 % sampai 50 % dari panjang *frame*-nya. Proses *frame blocking* dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Proses *Frame Blocking*[11]

b. *Fast Fourier Transform*[11]

Tujuan utama dari transformasi Fourier ini adalah untuk mengubah sinyal dari domain waktu menjadi spektrum pada domain frekuensi. Untuk mengubah *frame - frame* dari domain spasial ke domain frekuensi digunakanlah *Discrete Fourier Transform* (DFT). Sedangkan *Fast Fourier Transform* (FFT) merupakan algoritma yang lebih cepat dari *Discrete Fourier Transform* (DFT). Transformasi diskrit merupakan transformasi dimana input dan output bernilai diskrit yang digunakan untuk manipulasi di komputer. Rumus *Discrete Fourier Transform* (DFT) untuk mengubah  $N$  data dari domain spasial ke domain frekuensi adalah sebagai berikut :

$$X(k) = F_D[x(nT)] = \sum_{n=0}^{N-1} x(nT)e^{-jk\Omega nT} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, N-1$$

Dimana :  $F_D$  adalah transformasi Fourier

$X(nT)$  adalah sinyal input

$T$  adalah interval waktu antar nilai diskrit

$K$  adalah angka harmonik dari komponen transformasi

*Fast Fourier Transform* (FFT) merupakan algoritma yang lebih cepat dari *Discrete Fourier Transform* (DFT). FFT dapat mereduksi jumlah perhitungan untuk setiap  $N$  data yang sama pada perhitungan DFT sehingga perhitungan yang ada menjadi lebih cepat, khususnya ketika nilai  $N$  yang digunakan cukup besar dengan mempergunakan persamaan :

$$X_n = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-j2\pi nk/N} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$k = 0, 1, \dots, N-1$$

Faktor dari  $e^{-j2\pi nk/N}$  dapat dituliskan sebagai  $W_N$ .

$$W_N = e^{-j2\pi nk/N} \dots\dots\dots (2.4)$$

Sehingga persamaan akan menjadi :

$$X_n = \sum_{n=0}^{N-1} x_n W_n^{kn} \dots\dots\dots (2.5)$$

dengan  $k = 0, 1, \dots, N-1$  ; dimana :  $X_n$  adalah sinyal hasil DFT

$x_n$  adalah sinyal masukan

$W_n^{kn}$  adalah *twiddle factors*

$$W_n = e^{-j\frac{2\pi}{N}} = \cos \frac{2\pi}{N} - j \sin \frac{2\pi}{N} \dots\dots\dots (2.6)[13]$$

Baik *Discrete Fourier Transform* (DFT) maupun *Fast Fourier Transform* (FFT) akan kumpulan titik-titik dimana masing-masing titik terdiri dari komponen real (fungsi *Cosinus*) dan komponen imajiner (fungsi *sinusoidal*) disebabkan adanya bilangan eksponensial. Kumpulan titik-titik ini kemudian akan digunakan dalam *vector quantization* yang akan dijelaskan dalam sub bab berikut ini.

c. *Windowing*

Pada gelombang sinyal yang dipotong-potong menjadi beberapa *frame* akan menyebabkan efek diskontinuitas sehingga menyebabkan kesalahan data pada proses *fourier transform*. *Windowing* diperlukan untuk mengurangi efek diskontinuitas dari potongan-potongan sinyal. *Windowing* masing-masing *individual frame* untuk meminimalisasikan diskontinuitas sinyal pada permulaan dan akhir dari masing-masing *frame*. *Windowing* ini untuk meminimalisasikan *spectral distortion* dengan menggunakan *window* untuk mendapatkan batas sinyal ke nol pada permulaan dan akhir masing - masing *frame*. Umumnya, *window* yang digunakan metode *Hamming Window* Berikut ini adalah *Hamming windowing* yaitu :

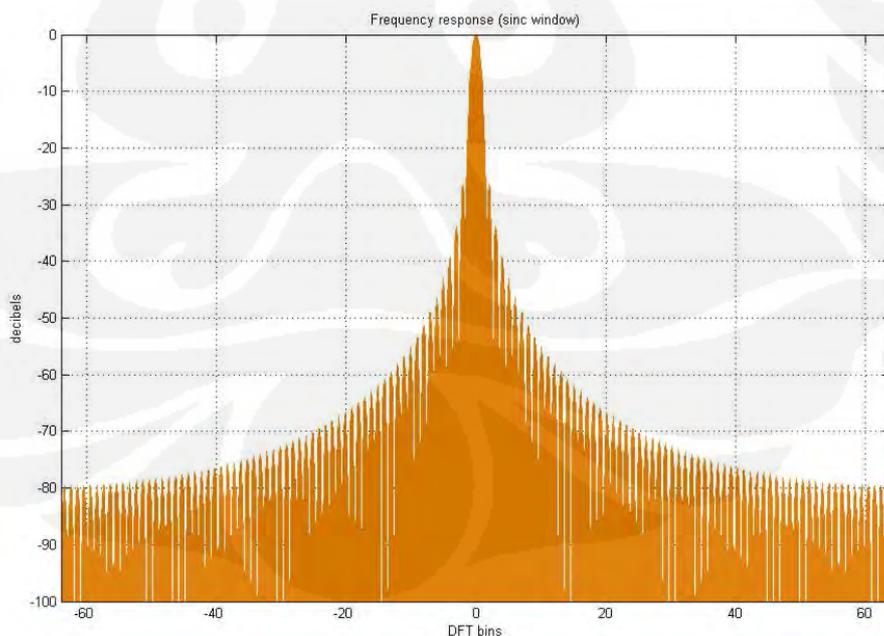
$$w(n) = 0.54 - 0.46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right) \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana : N = lebar window  
 n = 0,1,...,(N-1)/2 , untuk N ganjil  
 = 0,1,...,(N/2)-1 , untuk N genap

Hasil dari proses *windowing* ini adalah berupa suatu sinyal dengan persamaan :

$$y_1(n) = x_1(n)w(n), \quad 0 \leq n \leq N - 1 \dots\dots\dots (2.8)$$

Pada proses *windowing* yang telah dijelaskan diatas dapat diilustrasikan pada Gambar 2.5

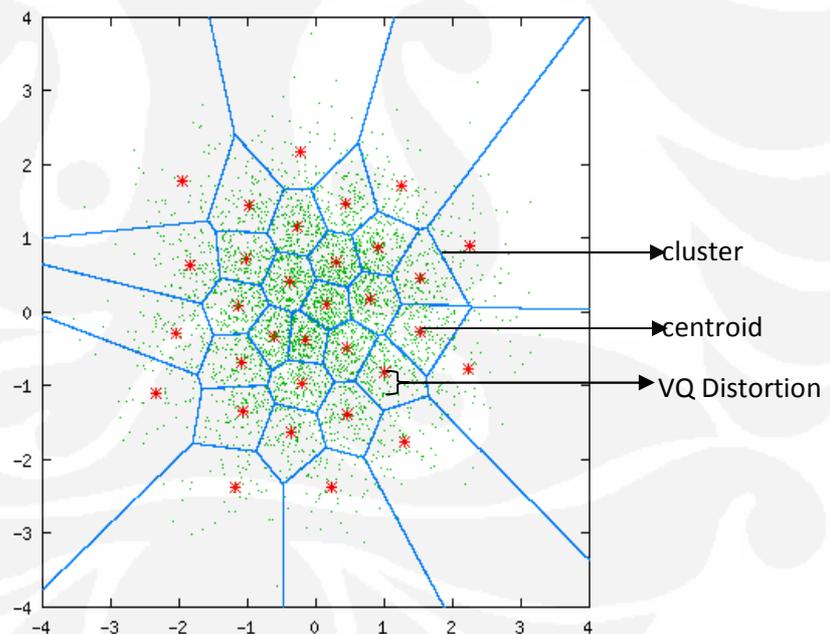


Gambar 2.5 Proses *windowing*

### 2.3. Kuantisasi Vektor (*Vector Quantization*)[141][15]

Kuantisasi Vektor (VQ) merupakan teknik kuantisasi klasik dari pemrosesan sinyal dimana dilakukan pemodelan dari fungsi kepadatan probabilitas dengan distribusi vektor. Kuantisasi vektor memetakan vektor dengan dimensi  $k$  pada ruang vektor  $R_k$  menjadi suatu bentuk vektor berhingga  $Y = \{y_i : i = 1, 2, \dots, n\}$ . Vektor  $y_i$  disebut sebagai vektor kode. Vektor-vektor ini merupakan vektor-vektor data yang diperoleh dari hasil ekstraksi yang disebut dengan *codeword*. Kumpulan dari *codeword* ini disebut dengan *codebook*.

Kuantisasi vektor (VQ) adalah proses pemetaan vektor data yang merupakan titik-titik hasil dari proses *Fast Fourier Transform* (FFT) ke dalam sebuah wilayah yang terbatas dalam grafik dua dimensi (X-Y) dimana sumbu X merupakan komponen real dari masing-masing titik dan sumbu Y merupakan komponen imajiner dari masing-masing titik. Pemetaan titik-titik tersebut ditunjukkan oleh Gambar 2.6



**Gambar 2.6.** Pemetaan pada proses vektor kuantisasi

Tujuan dari proses vektor kuantisasi adalah untuk menyederhanakan panjang data masukan agar proses selanjutnya menjadi lebih mudah. Tiap komponen dari

spektrum frekuensi yang merupakan hasil *Fast Fourier Transform* (FFT) memiliki beberapa titik yang masing - masing memiliki komponen real dan imajiner.

Gambar 2.7 menggambarkan vektor pada suatu ruang dengan garis horizontal menunjukkan nilai real dan garis vertikal menunjukkan nilai imajiner dari vektor. Kumpulan dari titik-titik yang memiliki jarak berdekatan membentuk suatu *cluster* dan setiap *cluster* dari vektor dapat direpresentasikan dengan *centroid* yang disebut *codeword*. Setiap *codeword* berada pada daerah *Voroinoi*-nya masing-masing. Vektor masukan ditandai dengan x sedangkan *centroid* ditandai dengan bulatan berwarna merah. Representasi *centroid* ditentukan berdasarkan jarak *Euclidian* terdekat dari vektor masukan. Jarak *Euclidian* didefinisikan dengan persamaan berikut :

$$\sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + \dots + (p_n - q_n)^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2} \quad \dots (2.9) [12]$$

Koleksi dari semua *codeword* disebut *codebook* . Jarak antara satu titik dengan titik lain dalam sebuah *cluster* disebut *Vector quantization Distortion*. Luas daerah *cluster* ditentukan oleh ukuran *codebook* dimana semakin besar ukuran *codebook*-nya, maka luas daerah masing masing *cluster* menjadi lebih kecil dan jumlah *cluster* yang terbentuk menjadi lebih banyak disertai nilai *Vector quantization Distortion* yang semakin kecil sehingga *codeword* yang terbentuk akan semakin mewakili informasi dari masukannya. Semakin kecil *Vector quantization Distortion*-nya, maka *cluster* yang terbentuk menjadi lebih akurat.

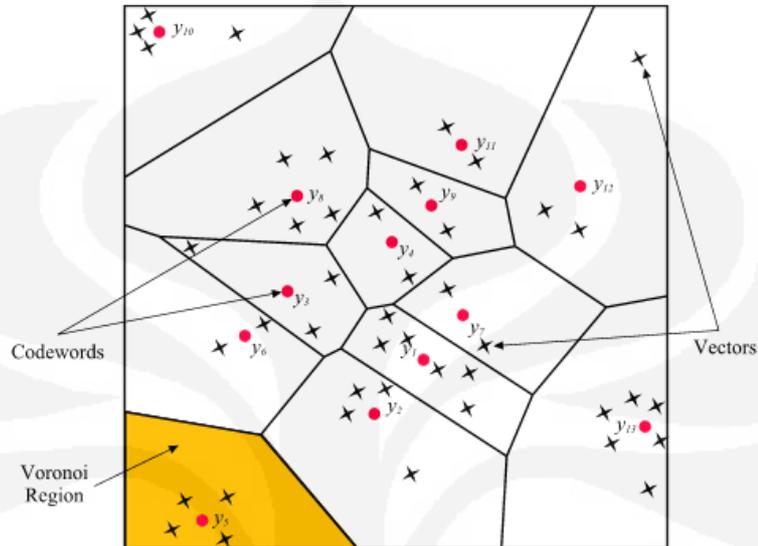
Dalam pembentukan *codebook* untuk iterasi guna memperbaiki *Vector quantization* digunakan *General Lloyd Algorithm* (GLA) atau disebut *LBG algorithm*. *LBG algorithm* tersebut dapat diimplementasikan dengan prosedur rekursif sebagai berikut :

1. Mendesain vektor *codebook* yang merupakan *centroid* dari keseluruhan hasil pelatihan vektor.
2. Melipatgandakan ukuran dari *codebook* dengan membagi masing-masing *codebook*  $C_n$  menurut aturan :

$$C_n^+ = C_n(1 + \epsilon) \quad \dots (2.10)$$

$$C_n^- = C_n(1 + \varepsilon) \quad \dots\dots\dots (2.11)$$

dimana  $n$  bervariasi dari satu sampai dengan *current size codebook* dan epsilon adalah parameter *splitting*. ( $\varepsilon = 0,01$ )



**Gambar 2.7** Contoh *codeword* pada ruang dua dimensi

3. *Nearest Neighbour Search*

Mengelompokkan *training* vektor yang mengumpul pada blok tertentu. Selanjutnya menentukan *centroid* dalam *current codebook* yang terdekat dan memberikan tanda vektor yaitu *cell* yang diasosiasikan dengan *centroid-centroid* yang terdekat.

4. *Centroid Update*

Menentukan *centroid* baru yang merupakan *codeword* yang baru pada masing-masing *cell* dengan menggunakan *training* vektor pada *cell* tsb.

5. Iterasi 1

Mengulang step 3 dan 4 sampai jarak rata-rata dibawah *present treshold*.

6. Iterasi 2

Mengulang step 2, 3, dan 4 sampai *codebook* berukuran  $M$ .

Jarak suatu vektor ke *centroid* terdekat disebut dengan distorsi. Pada proses pengenalan, total distorsi yang paling kecil antara *codeword* dari database dan *codebook* VQ dari input merupakan hasil identifikasi.

#### 2.4. Pemodelan Dengan HMM (*Hidden Markov Model*) [16][17]

Intelegensi Buatan (*Artificial Intelligence*) merupakan cabang terpenting dalam dunia komputer yang membuat agar mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan manusia. Agar komputer bisa bertindak seperti dan sebaik manusia, maka komputer diberi bekal pengetahuan dan mempunyai kemampuan untuk menalar[18]. Pada penelitian ini menggunakan IA dengan HMM. Alasan menggunakan Model Markov Tersembunyi atau lebih dikenal sebagai *Hidden Markov Model* (HMM) karena HMM adalah sebuah model statistik dari sebuah sistem yang diasumsikan sebuah Markov Proses dengan parameter yang tak diketahui atau proses stokastik. Proses stokastik tidak dapat diobservasi langsung tetapi dapat diobservasi hanya melalui rangkaian proses stokastik yang menghasilkan runtun observasi dan tantangannya adalah menentukan parameter-parameter tersembunyi (*hidden*) dari parameter-parameter yang dapat diamati.

Parameter-parameter yang ditentukan kemudian dapat digunakan untuk analisis yang lebih jauh, misalnya untuk aplikasi *Pattern Recognition*. Sebuah HMM dapat dianggap sebagai sebuah Bayesian Network dinamis yang paling sederhana. Pada model Markov umum, state-nya langsung dapat diamati, oleh karena itu probabilitas transisi *state* menjadi satu-satunya parameter. Di dalam Model Markov yang *Hidden* (tersembunyi) , *state*-nya tidak dapat diamati secara langsung, akan tetapi yang dapat diamati adalah variabel-variabel yang terpengaruh oleh state. Setiap *state* memiliki distribusi probabilitas atas token-token *output* yang mungkin muncul.

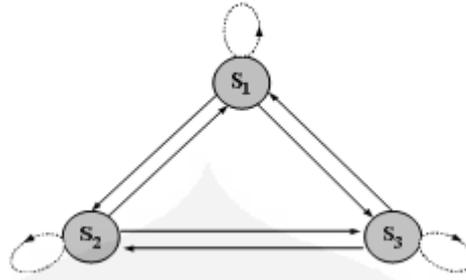
Oleh karena itu rangkaian token yang dihasilkan oleh HMM memberikan sebagian informasi tentang sekuens *state-state*. *Hidden Markov Model* sangat populer diaplikasikan di bidang *speech recognition* dan bioinformatik.

##### **Tipe HMM**

HMM dibagi menjadi dua tipe dasar yaitu HMM ergodic dan HMM Kiri-Kanan

##### 1. HMM *ergodic*

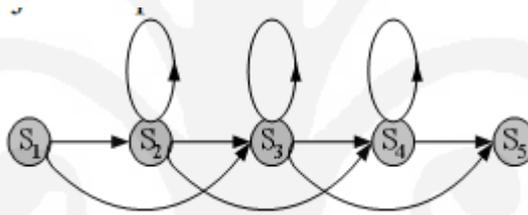
Pada HMM model *ergodic*, perpindahan state yang satu ke state yang lain semuanya memungkinkan, hal ini ditunjukkan pada Gambar 2.8



**Gambar 2.8** HMM Model *ergodic*

## 2. HMM Kiri-Kanan

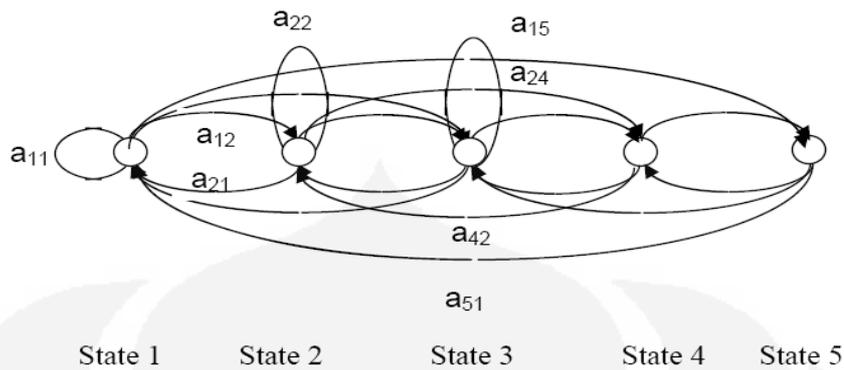
Pada HMM Kiri-Kanan, perpindahan state hanya dapat berpindah dari kiri ke kanan saja tidak dapat mundur ke belakang, hal ini ditunjukkan pada Gambar 2.9



**Gambar 2.9** HMM model Kiri-Kanan

HMM memiliki 3 parameter utama yang harus dicari nilainya terlebih dahulu. Ketiga parameter itu adalah sebagai berikut:

1. Parameter A yang disebut sebagai probabilitas transisi, merupakan probabilitas kedudukan suatu *state* terhadap semua *state* yang ada, termasuk kedudukan terhadap *state* itu sendiri. Contoh dari matriks transisi dapat dilihat pada Gambar 2.10



**Gambar 2.10** Contoh matriks transisi

Parameter A pada HMM dinyatakan dalam sebuah matriks dengan ukuran  $M \times M$  dengan  $M$  adalah jumlah *state* yang ada. Matriks transisi pada Gambar 2.10 terdiri dari 5 *state* sehingga setiap *state* memiliki 5 hubungan transisi, maka parameter A dapat dituliskan dalam bentuk matriks seperti pada persamaan (2.12).

$$A = a_{ij} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} & a_{45} \\ a_{51} & a_{52} & a_{53} & a_{54} & a_{55} \end{pmatrix} \dots \quad (2.12)$$

- Parameter B yang disebut sebagai probabilitas *state*, merupakan probabilitas kemunculan suatu *state* dalam deretan seluruh *state* yang ada. Parameter B dalam HMM dituliskan dalam bentuk matriks kolom dengan ukuran  $M \times 1$  dimana  $M$  merupakan jumlah seluruh *state* yang ada. Sebagai contoh, jika terdapat 5 buah *state* dalam suatu kondisi, maka matriks B yang terbentuk ditunjukkan oleh persamaan (2.13).

$$B = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \end{pmatrix} \dots \quad (2.13)$$

3. Parameter  $\pi$  yang disebut sebagai probabilitas awal, merupakan probabilitas kemunculan suatu *state* di awal. Sama halnya dengan parameter B, parameter  $\pi$  juga dituliskan dalam bentuk matriks kolom dengan ukuran  $M \times 1$  dimana M adalah jumlah *state*-nya. Jadi jika terdapat 5 *state*, maka parameter  $\pi$  yang dihasilkan akan ditunjukkan seperti pada persamaan (2.14).

$$\Pi = \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \\ c_4 \\ c_5 \end{pmatrix} \dots\dots\dots (2.14)$$

Elemen  $\pi$ , A, dan B merupakan parameter-parameter *markov* dalam HMM yang tidak diketahui atau tersembunyi (*hidden*). Ketiga parameter tersebut digabungkan menjadi sebuah parameter HMM dan dapat dituliskan dalam bentuk  $\lambda \equiv (A, B, \pi)$ .

Jika terdapat keadaan dimana :

*State 1 : sample segment 1 (S<sub>1</sub>)*

*State 2 : sample segment 2 (S<sub>2</sub>)*

*State 3 : sample segment 3 (S<sub>3</sub>)*

*State 4 : sample segment 4 (S<sub>4</sub>)*

*State 5 : sample segment 5 (S<sub>5</sub>)*

Maka, probabilitas dari observasi HMM :

Sampel 1  $\rightarrow (s_1, s_2, s_2, s_1, s_1) = c_1 * a_{12} * b_2 * a_{22} * b_2 * a_{21} * b_1 * a_{11} * b_1$

Sampel 2  $\rightarrow (s_1, s_2, s_1, s_3, s_1) = c_1 * a_{12} * b_2 * a_{21} * b_1 * a_{13} * b_3 * a_{31} * b_1$

⋮

Sampel x  $\rightarrow (s_4, s_5, s_4, s_5, s_4) = c_4 * a_{45} * b_5 * a_{54} * b_4 * a_{45} * b_5 * a_{54} * b_4$

Proses yang terjadi adalah :

1. Sampel yang telah terbagi menjadi bagian-bagian kecil pada *frame blocking* akan dikenali melalui *codebook* yang dimiliki. Pada proses pencocokan dengan *codebook* akan dihitung jarak dari tiap gelombang dengan *centroid-centroid*. Jarak terdekat akan menentukan urutan kode observasi.

2. Gelombang yang telah dikenali berdasarkan codebook akan membentuk suatu *state*. Dari *state* ini akan dicari nilai masing-masing parameter HMM-nya, yang perhitungannya dicocokkan dengan nilai pada parameter HMM *database*.

Dari contoh di atas, dapat diketahui bahwa sampel 1 terbentuk dari  $s_1, s_2, s_2, s_1$ , dan  $s_1$ . Tiap sampel dibentuk oleh susunan yang berbeda-beda. Susunan-susunan gelombang tersebut memiliki probabilitas transisi yang bergantung terhadap perubahan gelombangnya.

## 2.5. *Spectrofotometri*

### 2.5.1 Teori Dasar

Metode *spectrofotometri* adalah metode analisis berdasarkan pengukuran absorpsi cahaya oleh senyawa yang mengalami transisi elektron saat terkena sinar dengan panjang gelombang tertentu. *Spectrofotometri* merupakan salah satu cabang analisis instrumental yang mempelajari interaksi antara atom atau molekul dengan radiasi elektromagnetik. Radiasi elektromagnetik (REM) adalah suatu bentuk energi cahaya yang disebarkan sebagai gelombang *transversal* dan bergetar secara tegak lurus dengan arah penyebaran. REM mempunyai sejumlah tertentu energi. Satuan energi dari radiasi ini disebut foton, yang sering dihubungkan dengan panjang gelombang atau frekuensi. Besarnya energi foton berbanding lurus dengan frekuensi dari REM yang bersangkutan. Hubungan antara energi dengan panjang gelombang dilukiskan sebagai [19]:

$$E = hv = h \frac{c}{\lambda} \dots\dots\dots (2.15)$$

dimana

$$V = \frac{c}{\lambda} \dots\dots\dots (2.16)$$

dengan,

- E = energi cahaya (erg)
- h = konstanta Planck ( $6,6 \times 10^{-27}$  erg/detik)
- v = frekuensi (Hertz)
- c = kecepatan cahaya ( $3 \times 10^{10}$  cm/detik)

$\lambda$  = panjang gelombang (cm)

Biasanya dalam mendeskripsikan energi spektrum elektromagnetik dinyatakan dalam elektronvolt untuk foton berenergi tinggi (di atas 100 eV), dalam panjang gelombang untuk energi menengah, dan dalam frekuensi untuk energi rendah ( $\lambda \geq 0,5$  mm). Istilah "spektrum optik" juga masih digunakan secara luas dalam merujuk spektrum elektromagnetik, walaupun sebenarnya hanya mencakup sebagian rentang panjang gelombang saja (320 - 700 nm).

Daya dari suatu berkas radiasi akan berkurang sehubungan dengan jarak yang ditempuhnya melalui medium penyerap. Daya tersebut juga akan berkurang sehubungan dengan kadar molekul atau ion yang terserap dalam medium tersebut. Penurunan daya radiasi monokromatis yang melalui medium penyerap yang homogen dinyatakan secara kuantitatif oleh Hukum Beer[19]:

$$A = \log \frac{1}{T} = a \cdot b \cdot c = \epsilon \cdot b \cdot c \quad \dots\dots\dots (2.17)$$

dengan ,

A = serapan

T = transmitans

a = daya serap (L/g.cm)

b = panjang sel (cm)

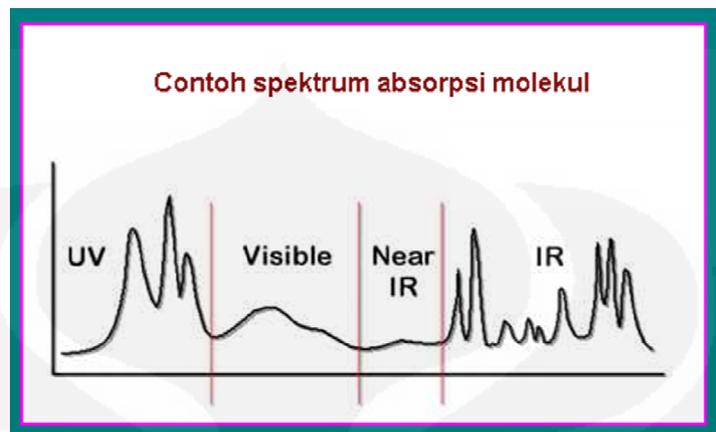
c = kadar (g/L, mol/L)

$\epsilon$  = daya serap molar (L/mol.cm)

Penyimpangan dari Hukum Beer dapat disebabkan oleh variabel kimia atau instrumen. Kegagalan Hukum Beer dapat disebabkan oleh perubahan kadar molekul terlarut sebagai akibat asosiasi molekul terlarut atau asosiasi antara molekul terlarut dan molekul pelarut, atau disosiasi atau ionisasi. Penyimpangan lain dapat disebabkan oleh pengaruh instrumen seperti radiasi polikromatis, pengaruh lebar celah, atau cahaya yang menyimpang. Supaya Hukum Beer dapat dipakai dengan baik, maka konsentrasi harus rendah, zat yang diukur harus stabil, cahaya yang dipakai harus monokromatis, dan larutan yang diukur harus jernih.

Salah satu penggunaan Spektrofotometri adalah dapat menentukan kandungan kimiawi dari suatu bahan. Sumber cahaya ultraviolet dan cahaya

tampak apabila dilewatkan pada sample akan memberikan informasi nilai *absorbant* dengan variasi panjang gelombang, seperti terlihat pada Gambar 2.11



**Gambar 2.11** Contoh Variasi Absorbant dengan Panjang Gelombang[20]

Alat yang digunakan untuk mengukur daya serapan dinamakan *spektrophotometer*. Alat ini mengeluarkan cahaya pada jarak gelombang yang dipilih terlebih dahulu, lalu dipancarkan ke *sample* (selalu dilarutkan didalam satu pelarut dan diletakkan didalam kuvet) melalui monokromator, dan kecepatan cahaya yang ditransmisikan atau diserap *sample* tersebut diukur.

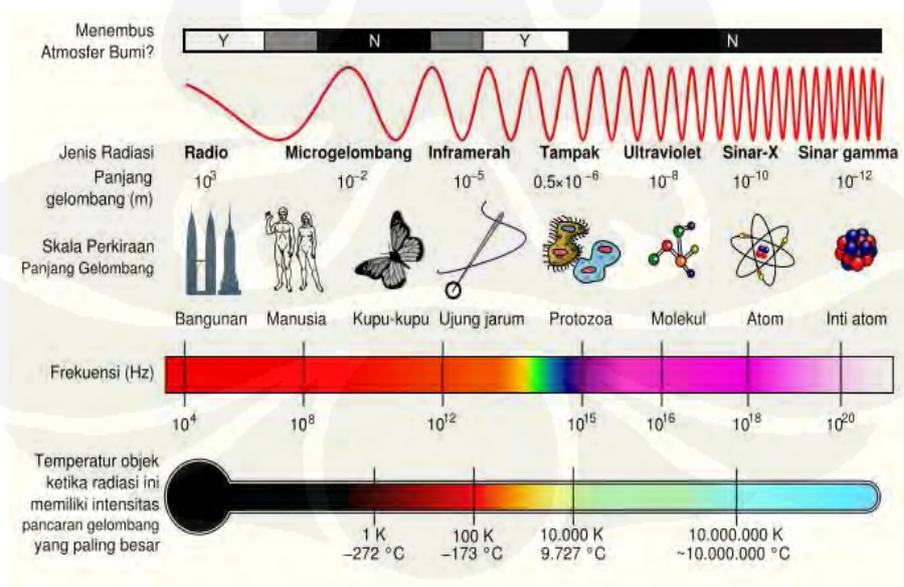
### 2.5.2 Instrumen

Pada penelitian ini menggunakan Instrument *Spectrophotometer* UV-VIS, Pada Gambar 2.12. sebagai alat untuk mengukur *absorbant* atau tingkat serapan dari bahan kimia. *Spektrofotometri* serap merupakan pengukuran interaksi antara radiasi elektromagnetik panjang gelombang tertentu yang sempit dan mendekati *monokromatik*, dengan molekul atau atom dari suatu zat kimia. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa molekul selalu mengabsorpsi cahaya elektromagnetik jika frekuensi cahaya tersebut sama dengan frekuensi getaran dari molekul tersebut. Elektron yang terikat dan elektron yang tidak terikat akan tereksitasi pada suatu daerah frekuensi, yang sesuai dengan cahaya *ultraviolet* dan cahaya tampak (UV-Vis) [20].



Gambar 2.12. Spectrophotometer UV-VIS

Serapan cahaya oleh molekul dalam daerah spektrum *ultraviolet* bergantung pada struktur elektronik dari molekul. Spektra *ultraviolet* dan terlihat dari senyawa-senyawa organik berkaitan erat transisi-transisi di antara tingkatan-tingkatan tenaga elektronik. Spektrum absorpsi sekitar 220nm sampai 800nm dinyatakan sebagai spektrum elektron meliputi bagian daerah (190 – 380nm), spektrum Vis (Vis = *Visible*) bagian sinar tampak (380 – 780nm) sesuai dengan Gambar 2.13



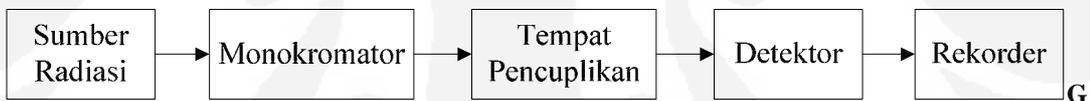
Gambar 2.13. Spektrum Frekuensi[20]

Benda berwarna putih berarti semua cahaya ditransmisikan atau direfleksikan oleh benda tersebut, sedangkan benda berwarna hitam berarti mengabsorpsi semua panjang gelombang cahaya yang mengenainya. Pasangan warna cahaya yang diabsorpsi dan yang ditransmisikan atau direfleksikan oleh suatu benda disebut sebagai warna komplementer. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.1

**Tabel 2.1** Spektrum cahaya tampak (*Visible*) dan warna komplementernya. [20]

$\lambda$ (nm)	Warna	Warna komplementer
400 - 435	Violet/ Ungu	Hijau kekuningan
435 - 480	Biru	Kuning
480 - 490	Biru kehijauan	Orange/ Jingga
490 - 500	Hijau kebiruan	Merah
500 - 560	Hijau	Purple/ Merah Anggur
560 - 580	Hijau kekuningan	Violet/ Ungu
580 - 595	Kuning	Biru
595 - 600	Orange/ Jingga	Biru kehijauan
600 - 750	Merah	Hijau kebiruan

Gambar 2.14 merupakan instrumen dasar dari *spectrophotometer* UV-Vis terdiri dari sumber radiasi, monokromator, tempat cuplikan, detektor, dan rekorder.



**ambar 2. 14.** Blok Diagram *spectrophotometer*

a. Sumber radiasi

Sumber radiasi yang paling umum digunakan pada daerah cahaya tampak adalah lampu tungsten, sedangkan untuk daerah ultraviolet digunakan lampu deuterium.

b. Monokromator

Suatu monokromator terdiri dari lensa atau cermin untuk memusatkan radiasi pada celah pintu masuk dan keluar untuk membatasi radiasi yang tidak dikehendaki dan membantu mengendalikan kemurnian spektrum dari radiasi yang dipancarkan, dan suatu medium dispersi untuk memisahkan panjang gelombang radiasi yang polikromatis dari sumber radiasi. Ada dua jenis dasar elemen dispersi, yaitu prisma dan grating.

c. Tempat cuplikan

Tempat cuplikan tentunya harus transparan pada daerah panjang gelombang pengukuran. Tempat cuplikan yang dipakai pada *spectrophotometer* cahaya tampak dan ultraviolet biasanya berupa kuvet dengan ketebalan 1 cm, seperti pada Gambar 2.15



**Gambar 2.15.** Sel tempat *sample* (*cuvette*/kuvet)

d. Detektor

Suatu detektor, yang berupa *transduser* yang mengubah energi cahaya menjadi suatu isyarat listrik. Detektor bervariasi sesuai dengan daerah panjang gelombang pengukuran. Sebuah tabung foto atau sel foto yang terdiri dari sebuah anoda dan katoda *photoemissive* umumnya digunakan pada daerah cahaya tampak dan ultraviolet



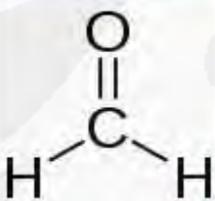
**Gambar 2.16.** Detektor *Phototube*

e. Rekorder

Pada kebanyakan peralatan spektrofotometri yang telah menggunakan teknologi maju, peran pengolahan data dilakukan oleh suatu alat pengolah data (*data processor*) atau komputer.

## 2.6. *Formaldehida*[21]

Pada Gambar 2.15 senyawa kimia *formaldehida* (juga disebut metanal), merupakan aldehida berbentuknya gas dengan rumus kimia  $\text{H}_2\text{CO}$ . *Formaldehida* awalnya disintesis oleh kimiawan Rusia Aleksandr Butlerov tahun 1859, tapi diidentifikasi oleh Hoffman tahun 1867. *Formaldehida* bisa dihasilkan dari pembakaran bahan yang mengandung karbon. Terkandung dalam asap pada kebakaran hutan, knalpot mobil, dan asap tembakau. Dalam atmosfer bumi, *formaldehida* dihasilkan dari aksi cahaya matahari dan oksigen terhadap metana dan hidrokarbon lain yang ada di atmosfer.

Formaldehida		Sifat	
		Rumus molekul	$\text{CH}_2\text{O}$
		Massa molar	$30,03 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
		Penampilan	gas tak berwarna
		Densitas	$1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , gas
		Titik leleh	$-117 \text{ }^\circ\text{C}$ (156 K)
		Titik didih	$-19,3 \text{ }^\circ\text{C}$ (253,9 K)
		Kelarutan dalam air	$> 100 \text{ g}/100 \text{ ml}$ ( $20 \text{ }^\circ\text{C}$ )
Identifikasi		Struktur	
Nama Sistematis	Metanal	Bentuk molekul	trigonal planar
Nama lain	formol, metil aldehida, oksida metilena	Momen dipol	$2,33168(1) \text{ D}$
		Bahaya	
		Bahaya utama	beracun, mudah terbakar
		NFPA 704	
		Frasa-R	<a href="#">R23/24/25</a> , <a href="#">R34</a> , <a href="#">R40</a> , <a href="#">R43</a>
		Frasa-S	<a href="#">(S1/2)</a> , <a href="#">S26</a> , <a href="#">S36/37</a> , <a href="#">S39</a> , <a href="#">S45</a> , <a href="#">S51</a>
Nomor CAS	[50-00-0]	Titik nyala	$-53 \text{ }^\circ\text{C}$
Nomor RTECS	LP8925000		
SMILES	$\text{C=O}$		

Gambar 2.17 Struktur dan sifat Formalin

### 2.6.1 Sifat

Meskipun dalam udara bebas *formaldehida* berada dalam wujud gas, tetapi bisa larut dalam air (biasanya dijual dalam kadar larutan 37% menggunakan merk dagang 'formalin' atau 'formol' ).Formalin adalah larutan formaldehida dalam air, dengan kadar antara 10%-40%.

*Formaldehida* bisa membentuk trimer siklik, 1,3,5-trioksana atau polimer linier polioksimetilena. Formasi zat ini menjadikan sifat-sifat gas *formaldehida* berbeda dari sifat gas ideal, terutama pada tekanan tinggi atau udara dingin. *Formaldehida* bisa dioksidasi oleh oksigen atmosfer menjadi asam format, karena itu larutan *formaldehida* harus ditutup serta diisolasi supaya tidak kemasukan udara. Sifat dari formalildehida diatas dapat dilihat pada Gambar 2.15

### 2.6.2 Kegunaan

Formaldehida dapat digunakan untuk membasmi sebagian besar bakteri, sehingga sering digunakan sebagai disinfektan dan juga sebagai bahan pengawet. Sebagai disinfektan, Formaldehida dikenal juga dengan nama formalin dan dimanfaatkan sebagai pembersih; lantai, kapal, gudang dan pakaian. Formaldehida juga dipakai sebagai pengawet dalam vaksinasi. Dalam bidang medis, larutan formaldehida dipakai untuk mengeringkan kulit, misalnya mengangkat kutil. Larutan dari formaldehida sering dipakai dalam membalsem untuk mematikan bakteri serta untuk sementara mengawetkan bangkai. Dalam industri, formaldehida kebanyakan dipakai dalam produksi polimer dan rupa-rupa bahan kimia. Jika digabungkan dengan fenol, urea, atau melamina, formaldehida menghasilkan resin termoset yang keras. Resin ini dipakai untuk lem permanen, misalnya yang dipakai untuk kayulapis/tripleks atau karpet. Juga dalam bentuk busa-nya sebagai insulasi. Lebih dari 50% produksi formaldehida dihabiskan untuk produksi resin formaldehida.

Untuk mensintesis bahan-bahan kimia, formaldehida dipakai untuk produksi alkohol polifungsional seperti pentaeritritol, yang dipakai untuk membuat cat bahan peledak. Turunan formaldehida yang lain adalah metilena difenil diisosianat, komponen penting dalam cat dan busa poliuretana, serta heksametilena tetramina, yang dipakai dalam resin fenol-formaldehida untuk membuat RDX (bahan

peledak). Sebagai formalin, larutan senyawa kimia ini sering digunakan sebagai insektisida serta bahan baku pabrik-pabrik resin plastik dan bahan peledak.

Daftar kegunaan formalin

1. Pengawet mayat
2. Pembasmi lalat dan serangga pengganggu lainnya.
3. Bahan pembuatan sutra sintetis, zat pewarna, cermin, kaca
4. Pengeras lapisan gelatin dan kertas dalam dunia Fotografi.
5. Bahan pembuatan pupuk dalam bentuk urea.
6. Bahan untuk pembuatan produk parfum.
7. Bahan pengawet produk kosmetika dan pengeras kuku.
8. Pencegah korosi untuk sumur minyak
9. Dalam konsentrasi yang sangat kecil (kurang dari 1%), Formalin digunakan sebagai pengawet untuk berbagai barang konsumen seperti pembersih barang rumah tangga, cairan pencuci piring, pelembut kulit, perawatan sepatu, shampoo mobil, lilin, dan pembersih karpet.

### **2.6.3 Penggunaan Formalin yang salah**

Melalui sejumlah survei dan pemeriksaan laboratorium, ditemukan sejumlah produk pangan yang menggunakan formalin sebagai pengawet. Praktek yang salah seperti ini dilakukan oleh produsen atau pengelola pangan yang tidak bertanggung jawab. Beberapa contoh produk yang sering diketahui mengandung formalin misalnya

1. Ikan segar : Ikan basah yang warnanya putih bersih, kenyal, insangnya berwarna merah tua (bukan merah segar), awet sampai beberapa hari dan tidak mudah busuk.
2. Ayam potong : Ayam yang sudah dipotong berwarna putih bersih, awet dan tidak mudah busuk.
3. Mie basah : Mie basah yang awet sampai beberapa hari dan tidak mudah basi dibandingkan dengan yang tidak mengandung formalin.
4. Tahu : Tahu yang bentuknya sangat bagus, kenyal, tidak mudah hancur awet beberapa hari dan tidak mudah basi.

## **BAB 3**

### **PERANCANGAN dan METODELOGI**

Tujuan penelitian ini adalah rancang bangun untuk mendeteksi kadar formalin pada makanan, dalam proses pembuatan simulasi ini ada 3 hal yang akan dilakukan.

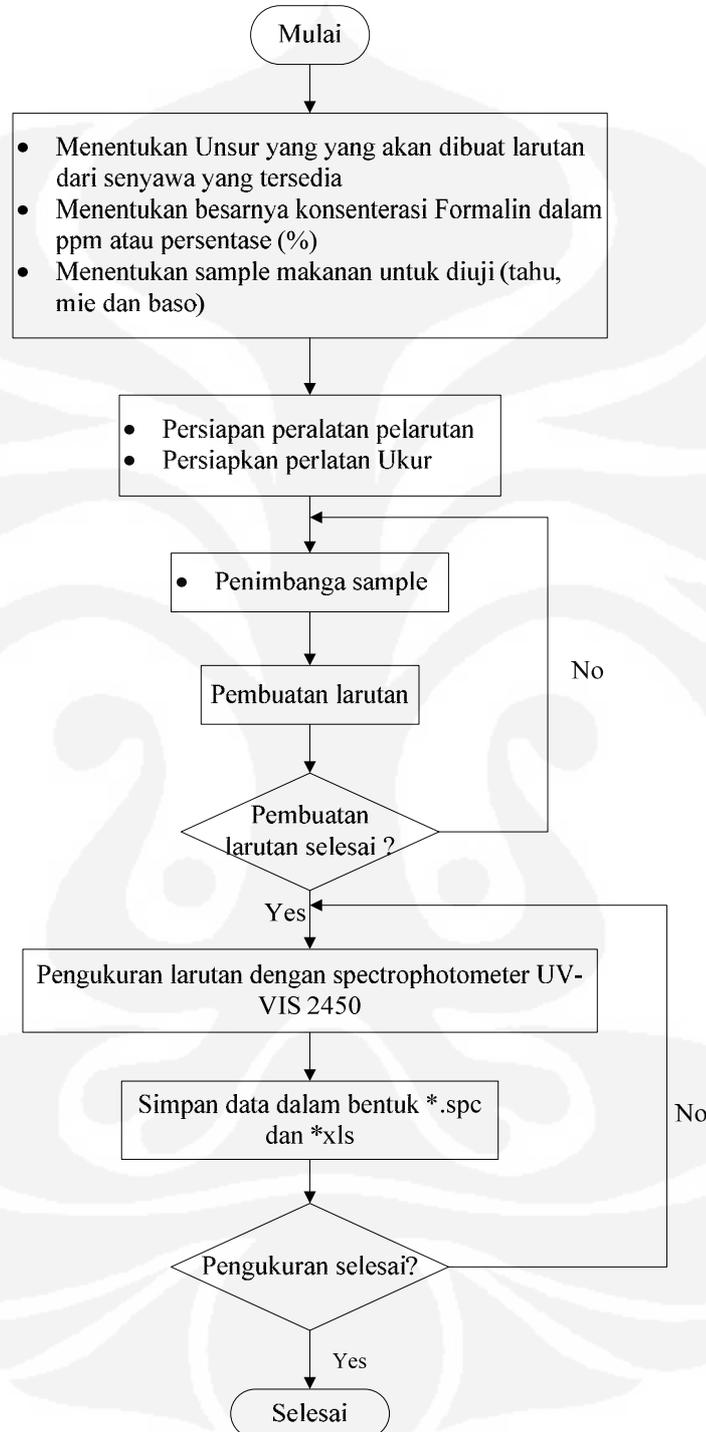
1. Proses pengambilan Data
2. Proses pembuatan *database* berdasarkan data yang telah diambil
3. Proses pengenalan atau identifikasi

#### **3.1. Proses Pengambilan Data**

Pada penelitian akan melakukan simulasi untuk mendeteksi konsentrasi formalin pada makanan dengan metode HMM (*Hidden Markov Model*) dengan menggunakan piranti lunak. Proses yang pertama dilakukan dalam perancangan sistem ini adalah pengambilan data formalin dengan konsentrasi (dalam bentuk %) yang telah ditentukan. Proses pengambilan data dilakukan dengan membuat konsentrasi formalin berbeda – beda, yaitu:

1. Formalin 0.01 %
2. Formalin 0.02%
3. Formalin 0.1%
4. Tahu tanpa formalin
5. Baso tanpa formalin
6. Mie tanpa formalin
7. Formalin 0.01% dicampurkan dengan tahu
8. Formalin 0.02% dicampurkan dengan tahu
9. Formalin 0.05% dicampurkan dengan tahu
10. Formalin 0.1% ditambahkan dengan tahu
11. Formalin 0.01% dicampurkan dengan baso
12. Formalin 0.02% dicampurkan dengan baso
13. Formalin 0.05% dicampurkan dengan baso
14. Formalin 0.1% dicampurkan dengan baso
15. Formalin 0.01% dicampurkan dengan mie

16. Formalin 0.02% dicampurkan dengan mie
17. Formalin 0.05% dicampurkan dengan mie
18. Formalin 0.1% dicampurkan dengan mie



**Gambar 3.1** Diagram alir proses pengambilan data

Pada Gambar 3.1 merupakan diagram alir langkah-langkah dalam proses pengambilan sample larutan yang akan digunakan sebagai masukan program.

Proses pengambilan data dilakukan 2 tahap:

1. Prosedur pembuatan sample
2. Pengukuran sample larutan menggunakan *spectrophotometer*

Hal –hal yang diperlukan dalam proses pengambilan formalin :

**A. Alat – alat yang digunakan**

- a. *Spectrophotometer UV-VIS (Shimadzu UV – 2450)*
- b. *Software Uv-Probe 2.1*
- c. *Sistem Operasi Windows XP Professional*
- d. *Processor Pentium 2,0 GHz*
- e. *Timbangan Digital Sartorius Extend*
- f. *Hotplate*
- g. *Vortex Mixer*
- h. *Pipet Volumetri*
- i. *Kertas Saring*
- j. *Gelas Beaker*
- k. *Corong*
- l. *Penyaring Buchner*
- m. *Labu Erlenmeyer*
- n. *Test Tube dan rak*

**B. Bahan**

- a. *Aquadestilata*
- b. *Fenilalanin (C<sub>9</sub>H<sub>11</sub>NO<sub>2</sub>)*
- c. *Formalin 40%*
- d. *Asam Sulfat(H<sub>2</sub>S<sub>04</sub>)*
- e. *Tahu dari Pasar Gasana Indah Tangerang*
- f. *Baso*
- g. *Mie instant*

Tempat : Laboratorium afiliasi, Departemen Kimia, FMIPA Universitas Indonesia (UI), Depok

Waktu : Februari – Mei 2010

Pembimbing Lab : Aryagung.ST

Penanggung Jawab : Drs.Sunardi.Msi

### **C. Prosedur**

#### **1. Larutan Induk Formalin dan Standar Formalin**

Larutan induk Formalin

Larutan Formalin standar (40%) dipipet 2.5 ml dan dilarutkan kedalam aquadestilata hingga volume 100ml

Larutan standar Formalin

Larutan induk Formalin dipipet 10ml dan dilarutkan dalam aquadestilata hingga volume 100ml. Hasil larutan standar formalin dengan konsentrasi 0.1% dapat dilihat pada Gambar 3.2



**Gambar 3.2** Larutan standar formalin dengan konsentrasi 0.1%

**2. Larutan Induk Sampel Mie**

Hancurkan mie terlebih dahulu dan timbang mie sebanyak 35 gram dengan timbangan digital. Rendam mie yang telah ditimbang kedalam air secukupnya didalam gelas baker untuk dipanaskan sampai airnya mendidih. Kemudian diaduk air tersebut dengan batang pengaduk gelas dan saringlah mie yang yg telah dimasak dengan corong serta kertas saring dan penyaring *buchner*. Tampung filtratnya dengan labu Erlenmeyer.

**3. Larutan Induk Sampel Baso**

Potong baso menjadi bagian-bagian kecil, kemudian timbang baso sebanyak 30 gram dengan timbangan digital. Rendam baso kecil-kecil yang telah ditimbang dengan air secukupnya di dalam gelas baker untuk dipanaskan sampai air mendidih. Kemudian diaduk air tersebut dan saringlah baso yang yg telah dimasak dengan kertas saring dan penyaring *buchner*. Tampung filtratnya dengan labu Erlenmeyer

**4. Larutan Induk Sampel Tahu Dicampurkan dengan Formalin**

Larutan standar formalin dipipet 1.0 ml; 2.0 ml; 0.5 ml dan larutan induk Formalin dipipet 10 ml ke dalam gelas baker. timbang tahu sebanyak 5gram dengan timbangan digital *Sartorius Extend* untuk masing – masing konsentrasi. Campurkan tahu tersebut kedalam gelas baker yang terisi formalin dengan konsentrasi diatas. Tambahkan secukupnya aquadestilata ke masing-masing konsentrasi kemudian diaduk beberapa menit hingga tahu – tahu tersebut larut . Ambilkan corong dan kertas saring, saringlah larutan campuran tersebut dan tampung filtrat dengan labu Erlenmeyer. Tuangkan hasil filtratnya ke dalam labu ukur 100 ml dan ditambah dengan aquasdetilata hingga batas

**5. Larutan Induk sampel Baso dicampurkan dengan Formalin**

Larutan standar formalin dipipet 2.5 ml; 5.0 ml; 12.5 ml dan larutan induk Formalin dipipet 2.5 ml kedalam labu ukur 25 ml. Larutan induk sample baso dipipet 5.0 ml untuk masing-masing konsentrasi diatas. Kemudian diencerkan dengan aquadestilata hingga volume 25ml

#### **6. Larutan Induk sampel Mie dicampurkan dengan Formalin**

Larutan standar formalin dipipet 2.5 ml; 5.0 ml; 12.5 ml dan larutan induk Formalin dipipet 2.5 ml kedalam labu ukur 25 ml. Larutan induk sample mie dipipet 5.0 ml untuk masing-masing konsentrasi diatas. Kemudian diencerkan dengan aquadestilata hingga batas atas .

#### **7. Pembuatan Blangko**

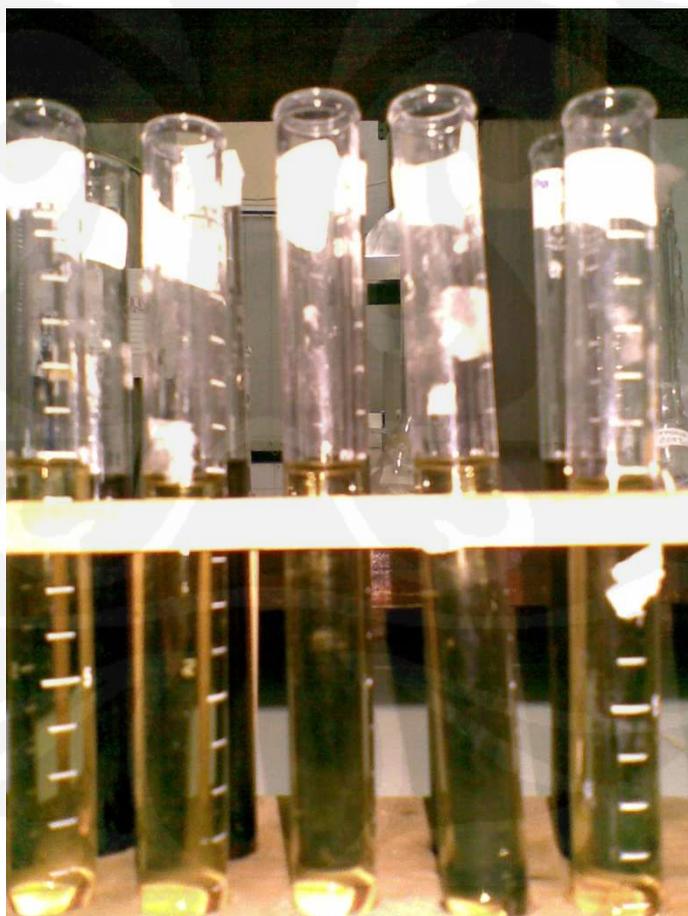
Fenilalanin dipipet sebanyak 1.0 ml ke dalam *test tube* dan ditambahkan asam sulfat(H<sub>2</sub>S<sub>04</sub>) sebanyak 4 ml sedikit demi sedikit. Cukupan dengan aquadestilatas sampai volumenya 10ml. Diaduk dengan *Vortex Mixer* selama beberapa detik. Larutan formalin dipanaskan diatas *hot plate* selama  $\pm$  1 jam. Diaduk kembali dengan *vortek mixer* selama beberapa detik

#### **8. Pembuatan Ujicoba Larutan Sampel Formalin**

Larutan standar formalin dipipet 1.0 ml; 2.0ml; 5.0 ml dan dilarutkan dalam aquadestilata hingga volume 100ml dan siapkan 10 *test tube* beserta rak. Larutan formalin dengan konsentrasi 0.01%; 0.02%;0.05% dan 0.1% dipipet 0,5ml ke dalam masing –masing *test tube* tersebut. Fenilalanin dipipet sebanyak 1,0 ml dan ditambahkan asam sulfat(H<sub>2</sub>S<sub>04</sub>) sebanyak 4 ml. Penambahan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dilakukan secara sedikit demi sedikit. Cukupan dengan aquadestilatas sampai volumenya 10ml. Diaduk dengan *Vortex Mixer* selama beberapa detik. Larutan formalin dipanaskan diatas *hot plate* selama  $\pm$  1 jam. Diaduk kembali dengan *vortek mixer* selama beberapa detik. Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 merupakan larutan sampe formalin yang telah jadi dan yang akan siap untuk diukur



**Gambar 3.3.** Hasil campuran larutan formalin dengan konsentrasi 0.1%



**Gambar 3.4** Hasil Campuran larutan formalin dengan konsentrasi 0.05%

**9. Pembuatan Ujicoba Larutan Sampel Baso dan Mie tanpa formalin**

Siapkan terlebih dahulu 20 *test tube* beserta rak *test tubenya*. Larutan induk sample baso dan mie yang telah dicampurkan formalin diatas dipipet 0.5 ml ke dalam *test tube* dengan masing – masing sample 10 *test tube*. Kemudian Fenilalanin dipipet sebanyak 1.0 ml dan ditambahkan asam sulfat(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) sebanyak 4 ml. Penambahan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dilakukan secara sedikit demi sedikit. Cukupan dengan aquadestilatas sampai volumenya 10ml. Diaduk dengan *Vortex Mixer* selama beberapa detik. Larutan formalin dipanaskan diatas *hot plate* selama  $\pm$  1 jam. Diaduk kembali dengan *vortek mixer* selama beberapa detik. Gambar 3.5 dan Gambar 3.6 merupakan hasil larutan sample baso dan mie tanpa formalin yang siap untuk diukur.



**Gambar 3.5** Hasil larutan mie tanpa formalin



**Gambar 3.6** hasil larutan baso tanpa formalin

#### **10. Pembuatan Ujicoba Larutan Sampel Tahu dengan formalin**

Siapkan 40 *test tube* beserta rak *test tubenya*. Masing-masing larutan induk sample tahu campuran formalin 0.01%; 0.02%; 0.05% dan 0.1% dipipet 0.5 ml kedalam *test tube*. Masing-masing konsentrasi campuran diatas 10 *test tube*, fenilalanin dipipet sebanyak 1,0 ml dan ditambahkan asam sulfat( $H_2SO_4$ ) sebanyak 4 ml secara sedikit demi sedikit ke masing-masing konsentrasi diatas. Larutkan dengan aquadestilata sampai volumenya 10ml kemudian diaduk dengan *vortex mixer* selama beberapa detik hingga larutan tercampur rata keseluruhan bagian. Setelah merata larutnya dipanaskan diatas *hot plate* selama  $\pm$  1 jam. Diaduk kembali dengan *vortek mixer* selama beberapa detik. Bentuk hasil larutan sampelnya dapat dilihat pada Gambar 3.7 untuk konsentrasi formalin 0.01% dan Gambar 3.8 untuk konsentrasi formalin 0.02%



**Gambar 3.7** Hasil pembuatan ujicoba campuran tahu dengan konsentrasi formalin 0.01%



**Gambar 3.8** Hasil pembuatan hasil ujicoba campuran tahu dengan konsentrasi formalin 0.02%

### 11. Pembuatan Ujicoba Larutan Sampel Baso dengan formalin

Siapkan 40 *test tube* beserta rak *test tubenya* Masing-masing larutan capuran induk sample baso formalin 0.01%; 0.02%; 0,05% dan 0.1% dipipet 0.5 ke dalam *test tube*. Setiap konsentrasi campuran diatas untuk 10 *test tube*. Fenilalanin dipipet sebanyak 1.0 ml dan ditambahkan asam sulfat(H<sub>2</sub>S<sub>4</sub>) sebanyak 4 ml secara sedikit demi sedikit ke masing-masing konsentrasi diatas. Larutkan dengan aquadestilata sampai volumenya 10ml kemudian diaduk dengan *vortex mixer* selama beberapa detik hingga larut keseluruhan bagian. Setelah merata larutannya dipanaskan diatas *hot plate* selama  $\pm$  1 jam. Diaduk kembali dengan *vortek mixer* selama beberapa detik. Hasil pembuatan larutan sample baso dapat dilihat pada Gambar 2.9 dan 3.10



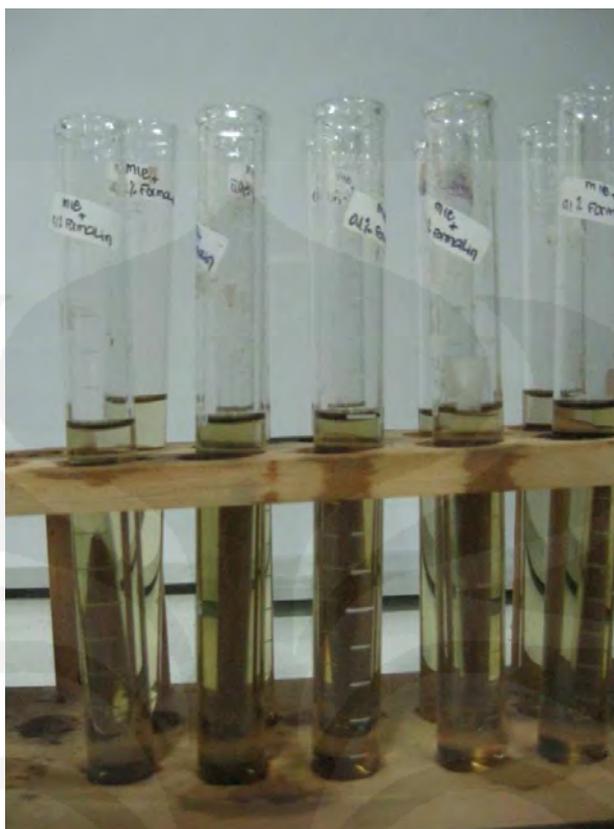
**Gambar 3.9** Hasil pembuatan ujicoba campuran baso dengan konsentrasi formalin 0.02%



**Gambar 3.10** Hasil pembuatan ujicoba campuran baso dengan konsentrasi formalin 0.01%

## **12. Pembuatan Ujicoba Larutan Sampel Mie dengan formalin**

Siapkan 40 *test tube* beserta rak *test tubenya*. Masing-masing larutan induk sample mie yang dicampur formalin dengan konsentrasi 0.01%; 0.02%; 0.05% dan 0.1% dipipet 0.5 ml kedalam *test tube*. 10 *test tube* untuk masing-masing konsentrasi diatas. Fenilalanin dipipet sebanyak 1.0 ml dan ditambahkan asam sulfat( $H_2SO_4$ ) sebanyak 4 ml secara sedikit demi sedikit ke masing-masing konsentrasi diatas. Larutkan dengan aquadestilata sampai volumenya 10ml kemudian diaduk dengan *vortex mixer* selama beberapa detik hingga larut keseluruhan bagian. Setelah merata larutannya dipanaskan diatas *hot plate* selama  $\pm 1$  jam. Diaduk kembali dengan *vortex mixer* selama beberapa detik. Hasil jenis larutan yang akan siap diukur dapat dilihat pada Gambar 3.11 dan Gambar 3.12



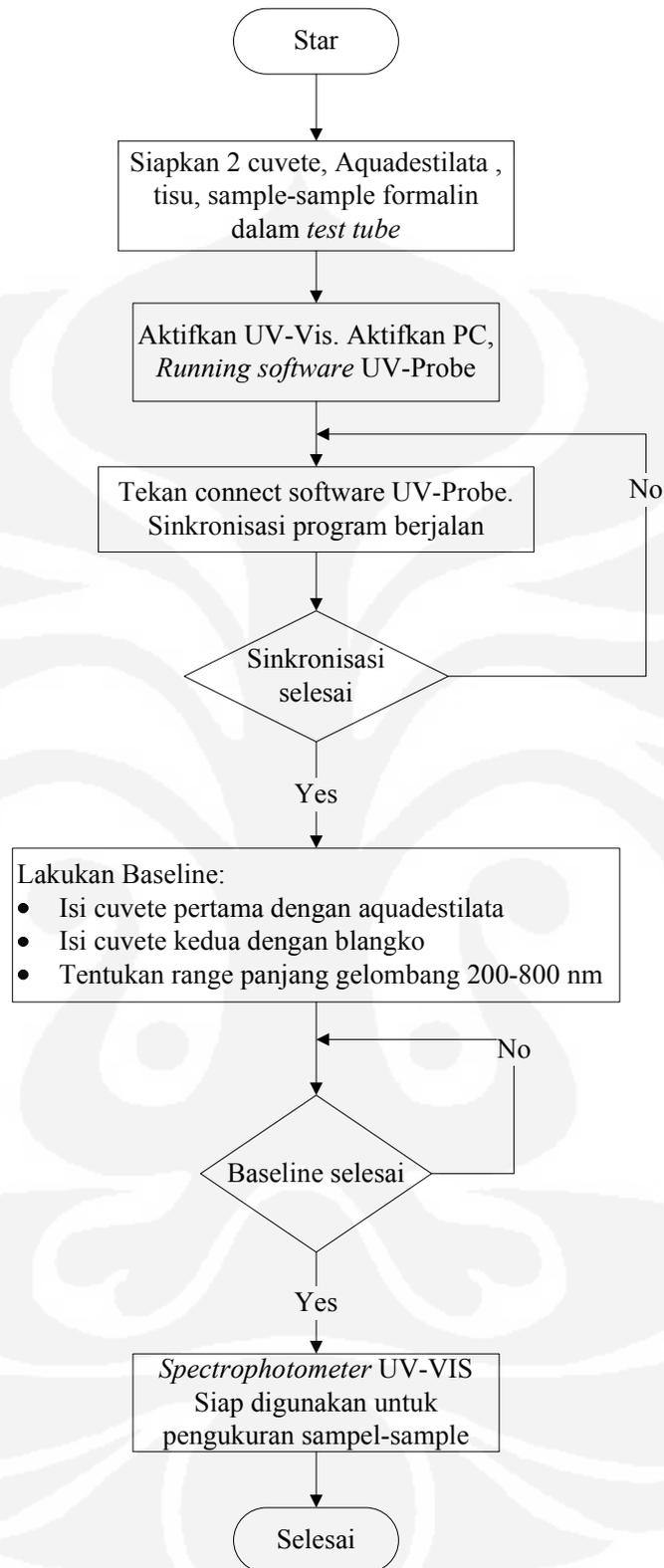
**Gambar 3.11** Hasil pembuatan ujicoba campuran mie dengan konsentrasi formalin 0.01%



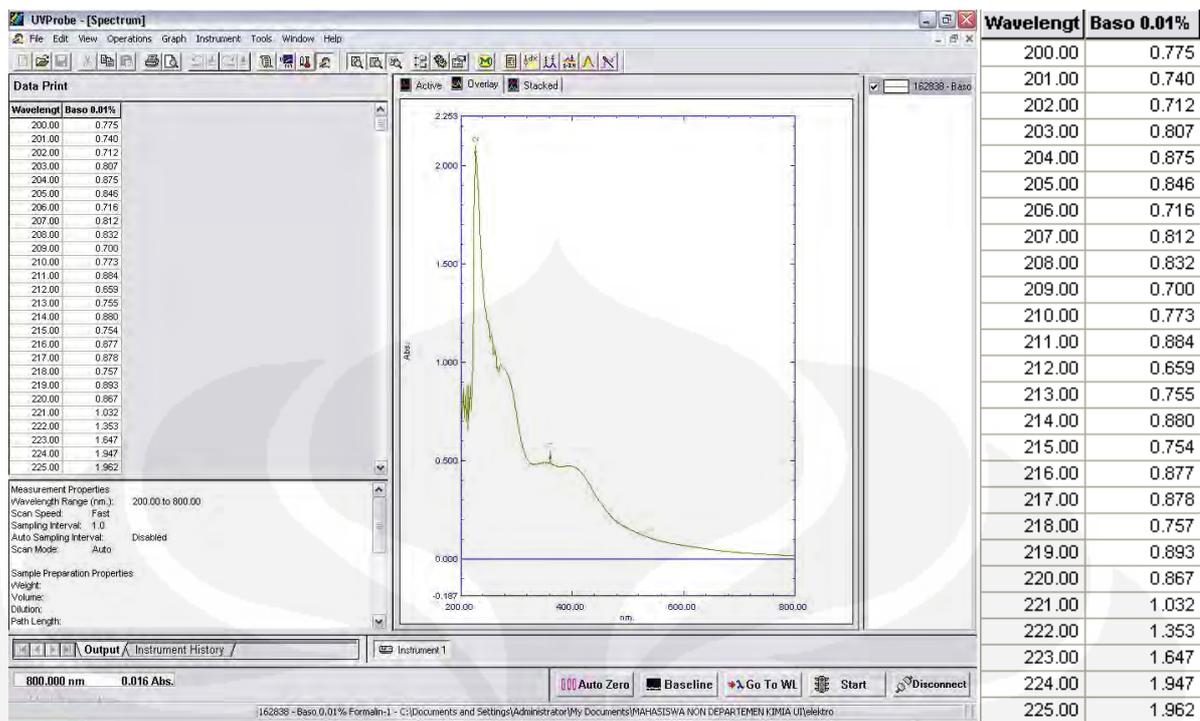
**Gambar 3.12** Hasil pembuatan ujicoba campuran mie dengan konsentrasi formalin 0.02%

#### **D. Pengukuran sampel larutan menggunakan *Spectrophotometer***

Seluruh larutan yang telah selesai dibuat akan diukur dengan menggunakan *Spectrophotometer* UV-VIS dan hasil data pengukuran dapat ditampilkan dan diperoleh dengan menggunakan *software* UV-Probe 2.1. Pengukuran ini meliputi pengukuran absorbant dan panjang gelombang dari setiap larutan. Data yang diperoleh dari spectrophotometer dalam bentuk format \*.spc, kemudian data tersebut diubah dalam format .xls(Excel document). Pada penelitian ini setiap 1 jenis sample dan konsentrasi terdapat 10 *test tube* yang akan diukur 1 kali. Langkah pengukuran dapat dilihat pada Gambar 3.12



**Gambar 3.13** Diagram alir pengukuran larutan dengan *Spectrophotometer*



(a)

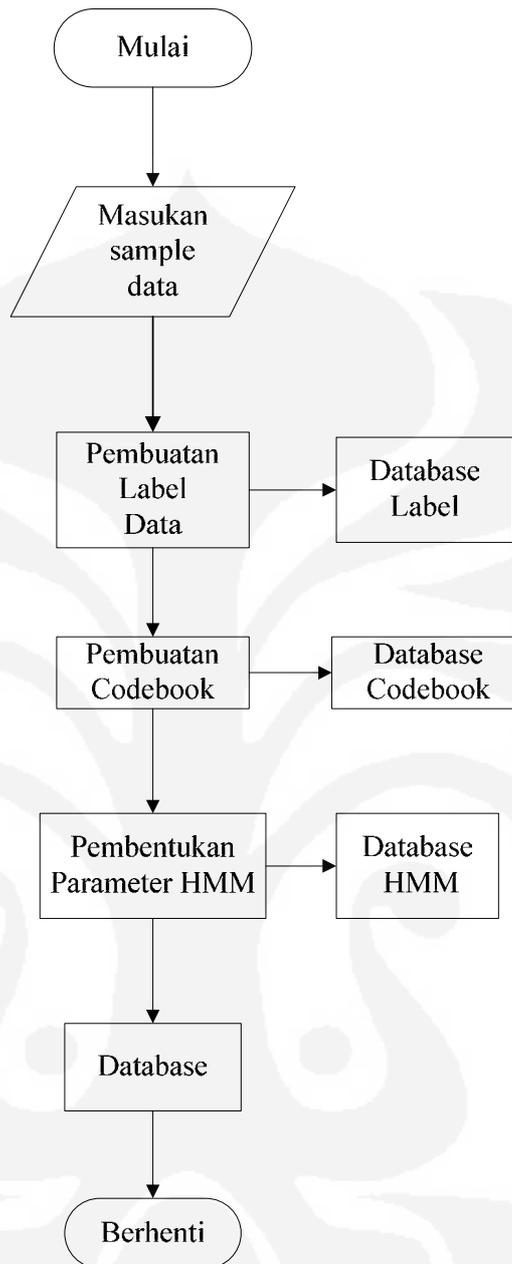
(b)

**Gambar 3.14** Contoh data keluaran *Spectrophotometer* UV-Vis (a) bentuk gelombang hasil pengukuran, (b) Nilai hasil pengukuran panjang gelombang dan absorbansi

Setelah melakukan langkah-langkah seperti pada Gambar 3.13 maka akan dihasilkan data-data keluaran dari *Spectrophotometer* UV-Vis. Gambar 3.14 (a) merupakan data keluaran dalam bentuk panjang gelombang dan Gambar 3.14(b) dalam bentuk angka-angka yang terdiri dari 2 kolom, panjang gelombang dan nilai *absorbansi*. Setiap masing-masing nilai *absorbansi* mewakili masing-masing panjang gelombang.

### 3.2. Proses Pembuatan *Database*

Setelah selesai pembuatan jenis larutan, maka langkah selanjutnya pembuatan *database*. Proses pembuatan *database* ini, sample-sample ini akan digunakan sebagai sinyal masukan. Proses ini mengalami tiga proses utama secara berurutan, yaitu tahap pembuatan label, tahap pembuatan *codebook* dan tahap pembentukan parameter-parameter HMM



Gambar 3.15 Diagram alir pembuatan database

### 3.2.1 Pelabelan

Setiap jenis larutan memiliki konsentrasi yang berbeda-beda. Pada proses pelabelan setiap jenis larutan dengan konsentrasi yang berbeda – beda akan didaftarkan dalam satu label yang penamaannya sesuai dengan larutan yang telah ditentukan. Setiap label akan mewakili satu jenis larutan dengan konsentrasi yang berbeda-beda. Sebagai contoh, pelabelan untuk tahu\_formalin0.01% diberi

label1, tahu\_formalin0.01% diberi label2. Nama - nama label ini nanti yang akan digunakan sebagai keluaran dalam proses identifikasi.

Pada Gambar 3.16 merupakan bentuk tampilan program untuk proses pelabelan. Berdasarkan pada Gambar 3.16 pada tahap pelabelan terdapat tiga masukkan data yang harus diisi terlebih dahulu, yaitu :

1. *Index Label* , menentukan urutan pelabelan sample larutan yang akan dibuat, dan nantinya *file* yang akan tersimpan dalam bentuk format “(Label+Label Num).mat”
2. Jumlah *Training* , banyaknya jumlah sampel yang akan diproses dalam satu label. Besarnya jumlah isi sample yang akan diproses dalam setiap labelnya ditentukan oleh *user*
3. Nama Label diisi dengan nama *file* sample larutan yang dilakukan pelabelan dan akan disimpan dalam *database*

Pada bagian labelling, proses pelabelan dapat dieksekusi dengan menekan tombol “**Proses**”. Data yang digunakan merupakan keluaran spektrometer yang format *filenya* berupa “\*.spc”, kemudian “\*.spc” akan dikonversi ke dalam bentuk format “\*.xls” (dokumen excel). Untuk melakukan proses pelabelan dibutuhkan *file-file* data dalam format “\*.xls”, dimana setiap label harus memiliki *file* sebanyak jumlah data *training*. Misalnya, tahu\_formalin0.01% diberi label1 dengan jumlah 7 data *training*, maka tahu\_formalin0,01%1.xls sampai tahu\_formalin0.01%7.xls

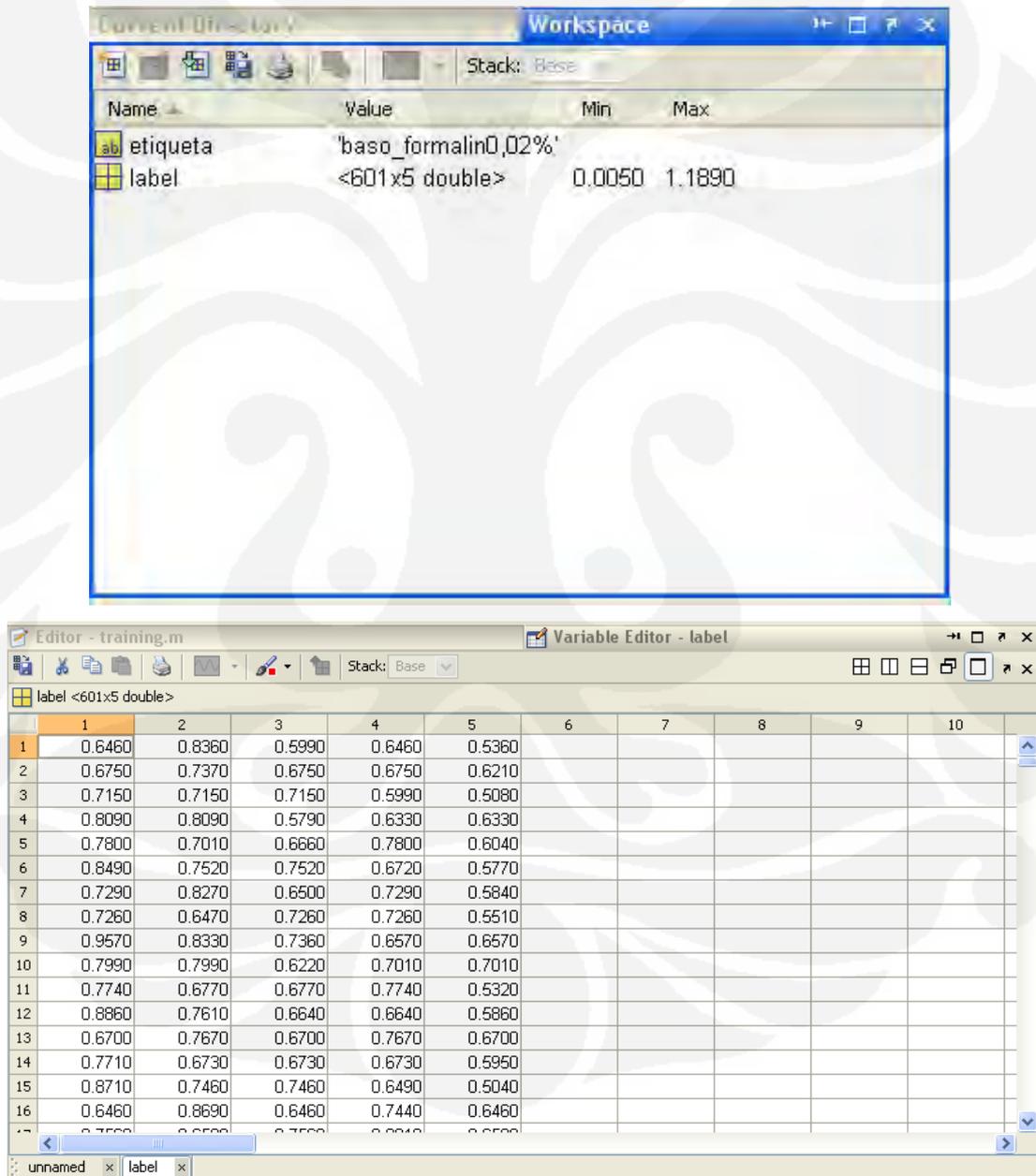
Setelah mengeksekusi program, maka hasil pelabelan berupa kumpulan matriks-matriks kolom dari tiap sampel larutan hasil pengukuran dengan jumlah kolom sebanyak jumlah data *training*. Dapat dilihat pada Gambar 3.17 dibawah hasil pelabelan, matriks-matriks ini akan disimpan dalam sebuah *file* dengan format “.mat”. Dalam proses pelabelan di simulasi ini menggunakan algoritma sebagai berikut:

```
Untuk i = 1 sampai banyaknya larutan
    Masukkan jenis larutan;
    Masukkan jumlah sample yang didaftarkan;
    Masukkan nilai durasi sinyal sample
    Baca file sampel (“.xls”);
    Nama label [i] = nama larutan;
```

Kembali



Gambar 3.16 Tampilan program proses pelabelan sample



Gambar 3.17 Contoh dari hasil proses pelabelan

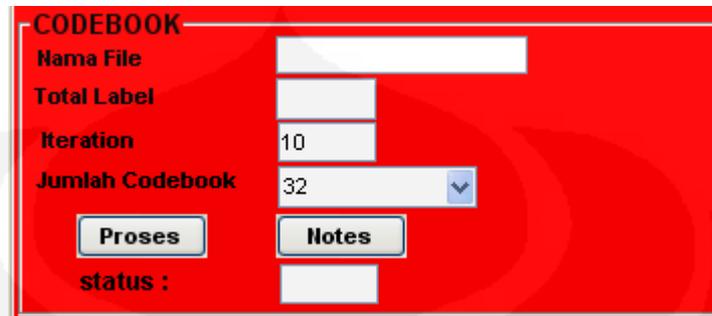
### 3.2.2 Pembuatan *Codebook*

Langkah selanjutnya dalam pembentukan *database* adalah pembuatan *codebook*. Setelah semua data-data dilakukan pelabelan maka semua label akan digabungkan dalam *file codebook* dengan format “\*.mat”. Proses ini dimulai dengan ekstraksi (telah dijelaskan di Bab 2) data-data jenis larutan, yang akan menghasilkan titik – titik vektor melalui proses FFT. Titik – titik ini kemudian dipetakan pada suatu grafik dengan teknik kuantisasi vektor (VQ). Bentuk hasil titik-titik tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.19

Pada proses pembuatan *codebook*, tampilan program dapat dilihat pada Gambar 3.18. Pada bagian *codebook* terdapat 4 input yakni nama *file*, total label, Iteration, jumlah *codebook*

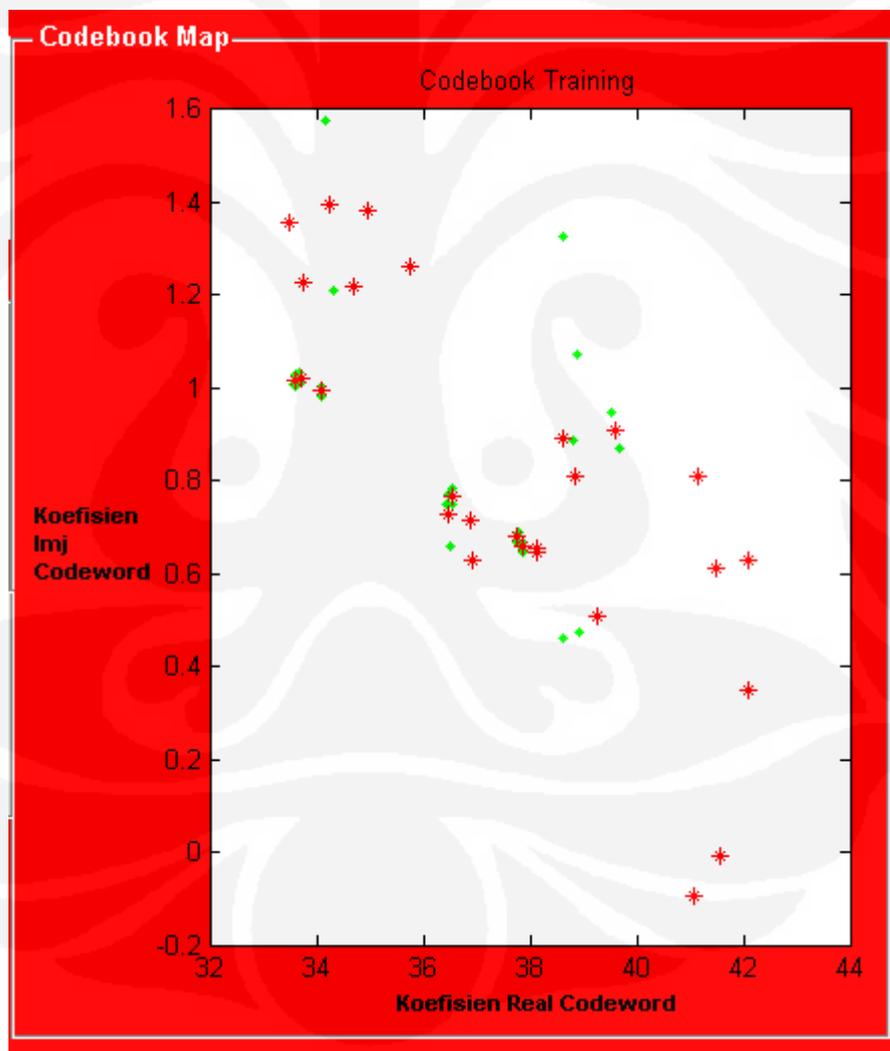
1. Nama *File*, nama *file* yang digunakan dan nanti akan disimpan dalam format “\*.mat” misalnya nama file adalah “formalin128” dan akan disimpan dalam bentuk “formalin128.mat”
2. Total Label merupakan jumlah seluruh label yang dibuat dalam proses pelabelan sebelumnya. Pada pembuatan *codebook* formalin, jumlah label dimasukan sebanyak 18 label karena terdapat 18 jenis larutan berbeda yang dimasukkan dalam *database* formalin.
3. Iterasi merupakan proses pengulangan (*looping*) yang dilakukan dalam menentukan *centroid* agar mendapatkan *centroid* yang cukup akurat. Semakin besar jumlah iterasi, maka akan semakin presisi letak *centroid* yang didapat, namun dengan menggunakan iterasi yang sangat tinggi proses pembuatan *codebook* akan berjalan lambat, oleh karena itu iterasi yang digunakan juga tidak terlalu besar. Pada penelitian ini, berdasarkan literature dari skripsi Muhammad Rizky Hartaman[9], jumlah iterasi yang optimum adalah sebesar 10 dengan harapan letak *centroid* yang diperoleh cukup akurat dan waktu proses dapat berjalan lebih cepat.
4. Jumlah *codebook*, jumlah *codebook* yang akan digunakan. Program ini menggunakan jumlah *codebook* 32, 64, 128, 256, 512 dan 1024, dimana keenam jumlah *codebook* ini akan dijadikan bahan perbandingan untuk dilihat berapa nilai *codebook* yang paling sesuai pada proses identifikasi formalin

Pada bagian *codebook* ini dilengkapi dengan fasilitas status proses berupa persentase dari jalannya program guna mempermudah *user* untuk mengetahui sejauh mana proses pembuatan *codebook* sudah berjalan



**CODEBOOK**  
Nama File   
Total Label   
Iteration 10  
Jumlah Codebook 32  
   
status :

Gambar 3.18 Tampilan program tahap pembentukan *codebook*



Gambar 3.19 Hasil tampilan *codebook*

Algoritma pada tahap pembentukan *codebook* adalah sebagai berikut :

Mulai

definisikan besar vektor  
untuk  $i = 1$  sampai jumlah sample  
ekstraksi sampel [i];  
hitung FFT untuk setiap sample [i];  
sample point [i] = nilai FFT;  
plot grafik;  
kembali  
definisikan ukuran *codebook* dan iterasi;  
untuk  $j = 1$  sampai jumlah cluster  
hitung *centroid* sebanyak iterasi;  
simpan *centroid* [j] berdasarkan urutan labelnya;  
kembali

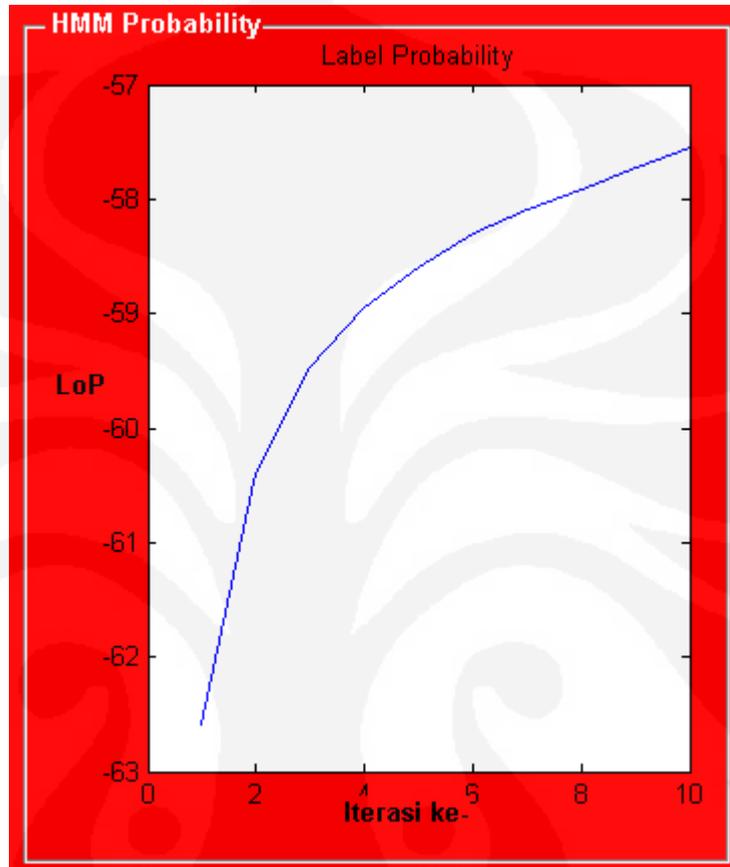
Selesai

### 3.2.3 Pembentukan Parameter HMM

Proses pembentukan HMM ini untuk mencari parameter – parameter HMM yang dibutuhkan dalam proses identifikasi nantinya. Untuk mendapatkan parameter-parameter tersebut dibutuhkan suatu masukan yang dikenal sebagai *state* dalam HMM. Pada bagian ini terdapat 3 input dan tampilan program dapat dilihat pada Gambar 3.21:

1. *HMM File*, dimasukkan sesuai dengan keinginan dan hasil dari proses parameter HMM akan disimpan dengan *file* tersebut dalam format “\*.mat” . Misalnya, akan dimasukkan *HMM File* dengan nama “hmmformalin1024”, maka proses hasil dari proses pembentukkan HMM ini akan disimpan dalam *file* “hmmformalin1024.mat”
2. *Codebook File* diisi sesuai dengan nama file *codebook* yang telah dilakukan pada proses pembuatan *codebook*
3. Iterasi diisi dengan jumlah iterasi yang telah direkomendasikan sebesar 10. Iterasi merupakan banyaknya proses pengulangan yang dilakukan dalam mengolah parameter HMM guna untuk mendapatkan probabilitas yang

didapat. Setelah program dijalankan maka akan menghasilkan keluaran *Log of Probability* (LoP) terhadap iterasi tersebut. Nilai LoP yang paling besar yang akan diidentifikasi sample larutannya. Hasil keluaran nilai LoP dapat dilihat pada Gambar 3.20



Gambar 3.20 Grafik LoP

HIDDEN MARKOV MODEL

HMM File

Codebook File

Iteration

Gambar 3.21 Tampilan Program Pembentukan Parameter HMM

Algoritma proses pembentukan parameter HMM adalah sebagai berikut:

- Untuk  $i = 1$  sampai banyaknya label
- hitung jumlah *centroid*;
- state = jumlah *centroid*;

hitung nilai probabilitas transisi;  
hitung nilai probabilitas kemunculan state;  
hitung nilai probabilitas observasi;

kembali

hitung nilai Log of probability tiap-tiap label;

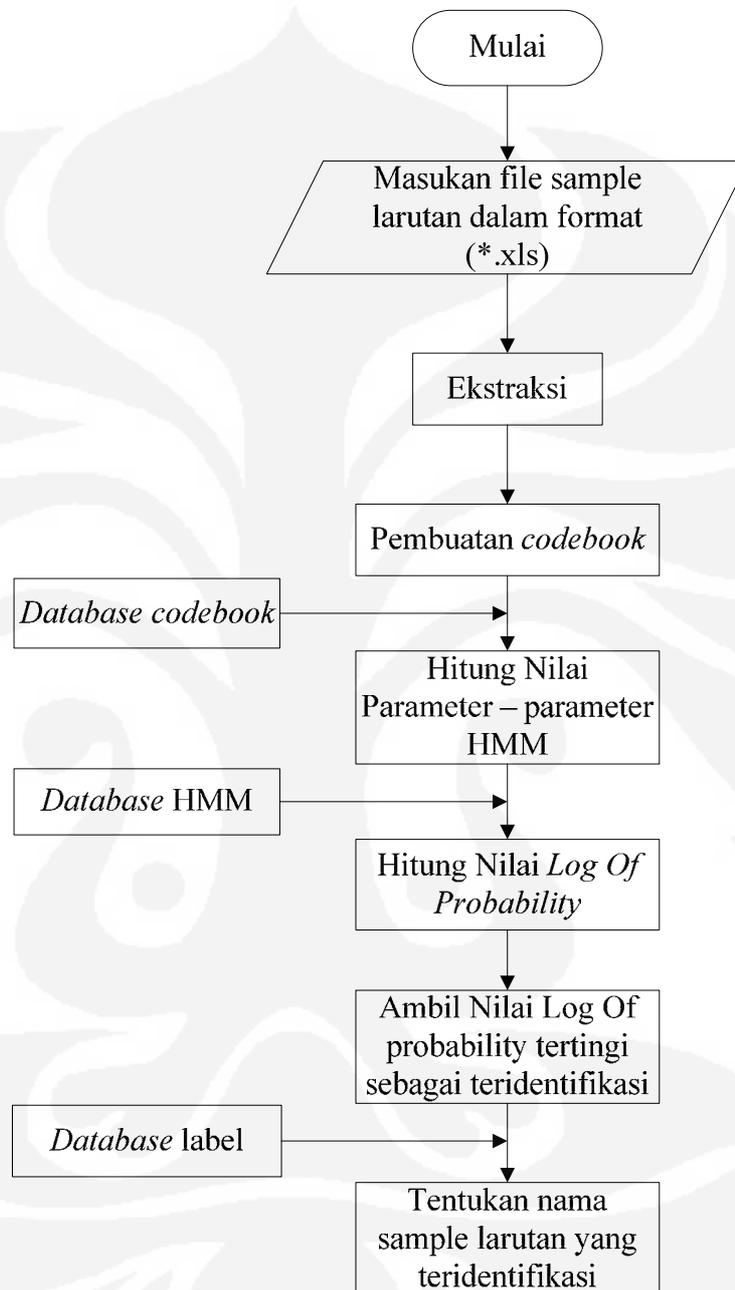
Simpan hasil dalam file format “\*.mat”

### 3.3. Proses identifikasi

Setelah selesai pembuatan *database*, maka proses pengidentifikasian konsentrasi formalin bisa dilakukan. Proses identifikasi merupakan langkah terakhir dan bagian terpenting pada simulasi ini. Jadi setelah semua data disimpan dalam *database*, maka *database* yang didapat terdiri dari dari *file* formalin, *file* hasil pelabelan, *file* hasil *codebook*, dan *file* hasil HMM. Pada proses pengidentifikasian dapat dilihat pada Gambar 3.22 dan dapat dilakukan sebagai berikut :

- a. Masukkan *file* masukkan sample larutan (data berupa format “\*.xls”) akan diidentifikasi, contoh tahu\_formalin0.05%10.xls
- b. File masukkan ini akan diekstraksi menjadi beberapa frame dan selanjutnya akan diubah kedalam domain frekuensi dengan menggunakan FFT . Spektrum frekuensi yang merupakan hasil dari FFT tersebut akan menghasilkan nilai vektor – vektor data *real* dan *imaginer* yang akan dipetakan dalam *codebook* dalam bentuk *sample points*
- c. Selanjutnya beberapa *sample points* terdekat dikuantisasikan ke satu titik – titik vektor yang dinamakan *centroid* . Letak dari *centroid* ini kemudian dicocokkan dengan letak *centroid* yang ada pada *codeword* dalam *database* . Sehingga dapat ditentukan letak *centroid* atau *codeword*nya
- d. Setelah nilai dan posisi *centroid* pada sample diketahui, maka dapat kombinasi urutan *centroid* pada sample diketahui kombinasi urutan *centroid* sebagai urutan state yang nantinya akan digunakan untuk menentukan parameter-parameter HMM
- e. Berdasarkan parameter-parameter HMM tersebut maka dihitung besar *Log Of Probability* (LoP) untuk semua sample formalin yang akan diidentifikasi

- f. Nilai LoP yang paling tinggi merupakan karakteristik yang mewakili sample larutan. Sample larutan yang teridentifikasi digunakan sebagai keluaran program.



**Gambar 3.22** Diagram alir proses identifikasi formalin

Program pendeteksi formalin ini memiliki masukan yaitu *codebook file*, *HMM file* dan *Input file*

1. *Codebook file* diisi berdasarkan nama *file codebook* yang dimabil dari *database* yang telah dibuat juga sebelumnya

2. HMM file diisi dengan nama file HMM yang diambil dari *database* yang telah dibuat sebelumnya
3. Total Source, jumlah seluruh sample yang telah dilabelkan.
4. *Input file* diisi dengan nama *file* sample larutan yang akan diuji coba contoh, tahu\_formalin0.05%10.xls. Proses identifikasi akan dieksekusi setelah tekan tombol "**Proceed**". Berdasarkan penjelasan diatas proses identifikasi, dapat dilihat bentuk tampilan program pada Gambar 3.23

**Gambar 3.23** Tampilan program pendeteksi Formalin

#### Algoritma Proses Pengenalan

mulai

    baca file sampel jenis larutan formalin (.xls);

    untuk  $i = 1$  sampai jumlah penggal

        ekstraksi sampel paru-paru (.xls);

        hitung FFT sebanyak  $h$ ;

        cari *centroid* sampel uji berdasarkan *database* ;

    definisikan urutan *centroid* sebagai state HMM;

    untuk  $h = 1$  sampai jumlah\_label

        Hitung parameter-parameter HMM berdasarkan *database*;

        Hitung log of probability (LoP) untuk semua label;

LoP [jumlah\_label] = tertinggi

Kembali

Kembali

Ambil nilai LoP tertinggi untuk satu label ;

Nama penyakit = Nama Label;

selesai

**BAB IV**  
**UJI COBA DAN ANALISIS PENDETEKSI FORMALIN PADA MAKANAN**  
**DENGAN METODE HMM**

Setelah melakukan pengambilan jenis larutan di laboratorium dan pengujian jenis larutan maka langkah berikutnya akan dilakukan analisis sistem dengan data yang telah ada

**4.1. Daftar Jenis Larutan dan Jenis Percobaan**

Pada penelitian ini, ujicoba yang akan dilakukan pada 3 jenis makanan dengan konsentrasi formalin yang telah ditentukan. Selain itu juga konsentrasi formalinnya akan dilakukan uji coba. Jenis larutan yang akan diuji dapat dilihat pada Tabel 4.1

**Tabel 4.1** Nama *File* dan Jenis larutan yang diuji

Label	Jenis Larutan	<i>NamaFile</i>
1	Baso + Formalin 0.01%	baso_formalin0,01%
2	Baso + Formalin 0.02%	baso_formalin0,02%
3	Baso + Formalin 0.05%	baso_formalin0,05%
4	Baso + Formalin 0.1%	baso_formalin0,1%
5	Baso Tanpa Formalin	baso_nonformalin
6	Formalin 0,01%	formalin0,01%
7	Formalin 0,02%	formalin0,02%
8	Formalin 0,1%	formalin0,1%
9	Mie + Formalin 0,01%	mie_formalin0,01%
10	Mie + Formalin 0,02%	mie_formalin0,02%
11	Mie + Formalin 0,05%	mie_formalin0,05%
12	Mie + Formalin 0,1%	mie_formalin0,1%
13	Mie Tanpa Formalin	mie_nonformalin
14	Tahu + Formalin 0,01%	tahu_formalin0,01%
15	Tahu + Formalin 0,02%	tahu_formalin0,02%
16	Tahu + Formalin 0,05%	tahu_formalin0,05%
17	Tahu + Formalin 0,1%	tahu_formalin0,1%
18	Tahu Tanpa Formalin	tahu_nonformalin

Prose pengidentifikasian dilakukan dengan menggunakan teknik *Hidden Markov Model*. Teknik HMM melakukan perhitungan nilai *Log Of Probability (LoP)* dari setiap *training*. Dengan teknik HMM, nilai *absorbantt* dari setiap jenis larutan yang teridentifikasi dapat dikenal secara akurat dengan melakukan beberapa

uji coba untuk berbagai besaran dari beberapa parameter HMM dan *absorbant* yang diamati

Parameter tersebut adalah

1. Variasi jumlah data *training* dalam label : dengan jumlah 5 data *training*, dengan jumlah 7 data *training*
2. Ukuran *codebook* 32, 64, 128, 256, 512, 1024

Untuk mendapatkan hasil tingkat pendeteksian dengan jumlah akurasi yang tinggi perlu dilakukan perhitungan nilai *Log of Probability* untuk setiap parameter diatas. Dari setiap perhitungan *LoP* tersebut dilakukan proses pengenalan setiap jenis larutan yang diamati dan dari hasil proses pengenalan untuk setiap parameter dapat dicari berapa besar ukuran parameter yang paling akurat pengenalannya. Untuk hal itu perlu dilakukan beberapa uji coba untuk beberapa kondisi parameter yaitu:

1. Uji coba untuk ukuran *codebook* 32 dengan jumlah 5 data *training* dalam label
2. Uji coba untuk ukuran *codebook* 64 dengan jumlah 5 data *training* dalam label
3. Uji coba untuk ukuran *codebook* 128b dengan jumlah 5 data *training* dalam label
4. Uji coba untuk ukuran *codebook* 256 dengan jumlah 5 data *training* dalam label
5. Uji coba untuk ukuran *codebook* 512 dengan jumlah 5 data *training* dalam label
6. Uji coba untuk ukuran *codebook* 1024 dengan jumlah 5 data *training* dalam label
7. Uji coba untuk ukuran *codebook* 32 dengan jumlah 7 data *training* dalam label
8. Uji coba untuk ukuran *codebook* 64 dengan jumlah 7 data *training* dalam label
9. Uji coba untuk ukuran *codebook* 128 dengan jumlah 7 data *training* dalam label

10. Uji coba untuk ukuran *codebook* 256 dengan jumlah 7 data *training* dalam label
11. Uji coba untuk ukuran *codebook* 512 dengan jumlah 7 data *training* dalam label
12. Uji coba untuk ukuran *codebook* 1024 dengan jumlah 7 data *training* dalam label

## 4.2. Hasil Uji Coba

### 1. Hasil uji coba untuk ukuran *Codebook* 32 dengan jumlah 5 data *training* dalam label

Kumpulan hasil uji coba proses pengidentifikasian untuk ukuran *codebook* 32 dengan jumlah 5 data *training* dalam label, dapat dilihat pada Tabel 4.2

**Table 4.2** Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran *codebook* 32 dengan jumlah 5 data *training* dalam label

No	Jenis larutan	Identifikasi	Keterangan
1	baso_formalin0,01%8	baso formalin0,01%	Benar
2	baso_formalin0,01%9	baso formalin0,01%	Benar
3	baso_formalin0,01%10	baso formalin0,01%	Benar
4	baso_formalin0,02%8	<i>formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
5	baso_formalin0,02%9	<i>baso formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
6	baso_formalin0,02%10	baso formalin0,02%	Benar
7	baso_formalin0,05%8	baso formalin0,05%	Benar
8	baso_formalin0,05%9	baso formalin0,05%	Benar
9	baso_formalin0,05%10	baso formalin0,05%	Benar
10	baso_formalin0,1%8	baso formalin0,1%	Benar
11	baso_formalin0,1%9	Baso formalin0,1%	Benar
12	baso_formalin0,1%10	Baso formalin0,1%	Benar
13	baso_nonformalin8	baso nonformalin	Benar
14	baso_nonformalin9	baso nonformalin	Benar
15	baso_nonformalin10	baso nonformalin	Benar
16	formalin0,01%8	formalin0,01%	Benar
17	formalin0,01%9	formalin0,01%	Benar
18	formalin0,01%10	formalin0,01%	Benar
19	formalin0,02%8	formalin0,02%	Benar
20	formalin0,02%9	<i>tahu formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
21	formalin0,02%10	formalin0,02%	Benar

22	formalin0,1%8	<i>tahu formalin0,05%</i>	<b>Salah</b>
23	formalin0,1%9	formalin0,1%	Benar
24	formalin0,1%10	formalin0,1%	Benar
25	mie_formalin0,01%8	mie formalin0,01%	Benar
26	mie_formalin0,01%9	<i>baso formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
27	mie_formalin0,01%10	mie formalin0,01%	Benar
28	mie_formalin0,02%8	mie formalin0,02%	Benar
29	mie_formalin0,02%9	mie formalin0,02%	Benar
30	mie_formalin0,02%10	mie formalin0,02%	Benar
31	mie_formalin0,05%8	mie formalin0,05%	Benar
32	mie_formalin0,05%9	<i>baso formalin0,1%</i>	<b>Salah</b>
33	mie_formalin0,05%10	mie formalin0,05%	Benar
34	mie_formalin0,1%8	<i>baso formalin0,05%</i>	<b>Salah</b>
35	mie_formalin0,1%9	<i>baso formalin0,05%</i>	<b>Salah</b>
36	mie_formalin0,1%10	<i>baso formalin0,05%</i>	<b>Salah</b>
37	mie_nonformalin8	mie nonformalin	Benar
38	mie_nonformalin9	mie nonformalin	Benar
39	mie_nonformalin10	mie nonformalin	Benar
40	tahu_formalin0,01%8	<i>tahu formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
41	tahu_formalin0,01%9	<i>tahu nonformalin</i>	<b>Salah</b>
42	tahu_formalin0,01%10	<i>tahu nonformalin</i>	<b>Salah</b>
43	tahu_formalin0,02%8	tahu formalin0,02%	Benar
44	tahu_formalin0,02%9	<i>formalin 0,1%</i>	<b>Salah</b>
45	tahu_formalin0,02%10	<i>tahu formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
46	tahu_formalin0,05%8	tahu formalin0,05%	Benar
47	tahu_formalin0,05%9	tahu formalin0,05%	Benar
48	tahu_formalin0,05%10	<i>formalin 0,1%</i>	<b>Salah</b>
49	tahu_formalin0,1%8	tahu formalin0,1%	Benar
50	tahu_formalin0,1%9	tahu formalin0,1%	Benar
51	tahu_formalin0,1%10	tahu formalin0,1%	Benar
52	tahu_nonformalin8	tahu nonformalin	Benar
53	tahu_nonformalin9	<i>formalin 0,01%</i>	<b>Salah</b>
54	tahu_nonformalin10	<i>tahu formalin 0,02%</i>	<b>Salah</b>

## 2. Hasil uji coba untuk ukuran *Codebook* 64 dengan jumlah 5 data *training* dalam label

Kumpulan hasil uji coba proses pengidentifikasian untuk ukuran *codebook* 64 dengan jumlah 5 data *training* dalam label, dapat dilihat pada Tabel 4.3

**Table 4.3** Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran *codebook* 64 dengan jumlah 5 data *training* dalam label

No	Jenis Larutan	Identifikasi	Keterangan
1	baso_formalin0,01%8	baso formalin0,01%	Benar
2	baso_formalin0,01%9	baso formalin0,01%	Benar
3	baso_formalin0,01%10	baso formalin0,01%	Benar
4	baso_formalin0,02%8	baso formalin0,02%	Benar
5	baso_formalin0,02%9	<i>baso formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
6	baso_formalin0,02%10	baso formalin0,02%	Benar
7	baso_formalin0,05%8	<i>mie formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
8	baso_formalin0,05%9	baso formalin0,05%	Benar
9	baso_formalin0,05%10	<i>tahu formalin0,05%</i>	<b>Salah</b>
10	baso_formalin0,1%8	<i>tahu formalin0,05%</i>	<b>Salah</b>
11	baso_formalin0,1%9	baso formalin0,1%	Benar
12	baso_formalin0,1%10	baso formalin0,1%	Benar
13	baso_nonformalin8	<i>baso formalin 0,01%</i>	<b>Salah</b>
14	baso_nonformalin9	baso nonformalin	Benar
15	baso_nonformalin10	baso nonformalin	Benar
16	formalin0,01%8	<i>tahu nonformalin</i>	<b>Salah</b>
17	formalin0,01%9	formalin0,01%	Benar
18	formalin0,01%10	formalin0,01%	Benar
19	formalin0,02%8	formalin0,02%	Benar
20	formalin0,02%9	<i>formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
21	formalin0,02%10	<i>mie formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
22	formalin0,1%8	formalin0,1%	Benar
23	formalin0,1%9	formalin0,1%	Benar
24	formalin0,1%10	formalin0,1%	Benar
25	mie_formalin0,01%8	mie formalin0,01%	Benar
26	mie_formalin0,01%9	mie formalin0,01%	Benar
27	mie_formalin0,01%10	mie formalin0,01%	Benar
28	mie_formalin0,02%8	<i>baso formalin0,05%</i>	<b>Salah</b>
29	mie_formalin0,02%9	mie formalin0,02%	Benar
30	mie_formalin0,02%10	mie formalin0,02%	Benar
31	mie_formalin0,05%8	mie formalin0,05%	Benar
32	mie_formalin0,05%9	<i>tahu formalin0,05%</i>	<b>Salah</b>
33	mie_formalin0,05%10	mie formalin0,05%	Benar
34	mie_formalin0,1%8	mie formalin0,1%	Benar
35	mie_formalin0,1%9	mie formalin0,1%	Benar
36	mie_formalin0,1%10	mie formalin0,1%	Benar
37	mie_nonformalin8	mie nonformalin	Benar
38	mie_nonformalin9	mie nonformalin	Benar
39	mie_nonformalin10	mie nonformalin	Benar
40	tahu_formalin0,01%8	<i>tahu formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
41	tahu_formalin0,01%9	<i>tahu nonformalin</i>	<b>Salah</b>
42	tahu_formalin0,01%10	<i>formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
43	tahu_formalin0,02%8	<i>formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>

44	tahu_formalin0,02%9	tahu formalin0,02%	Benar
45	tahu_formalin0,02%10	tahu formalin0,02%	Benar
46	tahu_formalin0,05%8	tahu formalin0,05%	Benar
47	tahu_formalin0,05%9	tahu formalin0,05%	Benar
48	tahu_formalin0,05%10	<i>baso formalin0,1%</i>	<b>Salah</b>
49	tahu_formalin0,1%8	<i>tahu formalin0,05%</i>	<b>Salah</b>
50	tahu_formalin0,1%9	tahu formalin0,1%	Benar
51	tahu_formalin0,1%10	tahu formalin0,1%	Benar
52	tahu_nonformalin8	tahu nonformalin	Benar
53	tahu_nonformalin9	tahu nonformalin	Benar
54	tahu_nonformalin10	tahu nonformalin	Benar

### 3. Hasil uji coba untuk ukuran *Codebook* 128 dengan 5 data *training* dalam label

Kumpulan hasil uji coba proses pengidentifikasian untuk ukuran *codebook* 128 dengan 5 data *training* dalam label, dapat dilihat pada Tabel 4.4

**Table 4.4** Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran *codebook* 128 dengan 5 data *training* dalam label

No	Jenis	Identifikasi	Keterangan
1	baso_formalin0,01%8	baso formalin0,02%	Benar
2	baso_formalin0,01%9	baso formalin0,01%	Benar
3	baso_formalin0,01%10	baso formalin0,01%	Benar
4	baso_formalin0,02%8	<i>mie nonformalin</i>	<b>Salah</b>
5	baso_formalin0,02%9	baso formalin0,02%	Benar
6	baso_formalin0,02%10	baso formalin0,02%	Benar
7	baso_formalin0,05%8	<i>baso formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
8	baso_formalin0,05%9	baso formalin0,05%	Benar
9	baso_formalin0,05%10	<i>baso nonformalin</i>	<b>Salah</b>
10	baso_formalin0,1%8	baso formalin0,0%	Benar
11	baso_formalin0,1%9	baso formalin0,1%	Benar
12	baso_formalin0,1%10	baso formalin0,1%	Benar
13	baso_nonformalin8	<i>baso formalin 0,01%</i>	<b>Salah</b>
14	baso_nonformalin9	baso nonformalin	Benar
15	baso_nonformalin10	baso nonformalin	Benar
16	formalin0,01%8	formalin0,01%	Benar
17	formalin0,01%9	formalin0,01%	Benar
18	formalin0,01%10	<i>formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
19	formalin0,02%8	formalin0,02%	Benar
20	formalin0,02%9	formalin0,02%	Benar

21	formalin0,02% 10	formalin0,02%	Benar
22	formalin0,1% 8	formalin0,1%	Benar
23	formalin0,1% 9	formalin0,1%	Benar
24	formalin0,1% 10	formalin0,1%	Benar
25	mie_formalin0,01% 8	<i>mie formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
26	mie_formalin0,01% 9	<i>baso nonformalin</i>	<b>Salah</b>
27	mie_formalin0,01% 10	mie formalin0,01%	Benar
28	mie_formalin0,02% 8	mie formalin0,02%	Benar
29	mie_formalin0,02% 9	mie formalin0,02%	Benar
30	mie_formalin0,02% 10	mie formalin0,02%	Benar
31	mie_formalin0,05% 8	<i>baso formalin 0,1%</i>	<b>Salah</b>
32	mie_formalin0,05% 9	mie formalin0,05%	Benar
33	mie_formalin0,05% 10	mie formalin0,05%	Benar
34	mie_formalin0,1% 8	mie formalin0,1%	Benar
35	mie_formalin0,1% 9	mie formalin0,1%	Benar
36	mie_formalin0,1% 10	mie formalin0,1%	Benar
37	mie_nonformalin8	mie nonformalin	Benar
38	mie_nonformalin9	mie nonformalin	Benar
39	mie_nonformalin10	mie nonformalin	Benar
40	tahu_formalin0,01% 8	tahu formalin0,01%	Benar
41	tahu_formalin0,01% 9	<i>tahu nonformalin</i>	<b>Salah</b>
42	tahu_formalin0,01% 10	<i>tahu nonformalin</i>	<b>Salah</b>
43	tahu_formalin0,02% 8	<i>formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
44	tahu_formalin0,02% 9	<i>formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
45	tahu_formalin0,02% 10	tahu formalin0,02%	Benar
46	tahu_formalin0,05% 8	tahu formalin0,05%	Benar
47	tahu_formalin0,05% 9	tahu formalin0,05%	Benar
48	tahu_formalin0,05% 10	<i>mie formalin0,05%</i>	<b>Salah</b>
49	tahu_formalin0,1% 8	<i>tahu formalin0,05%</i>	<b>Salah</b>
50	tahu_formalin0,1% 9	tahu formalin0,1%	Benar
51	tahu_formalin0,1% 10	tahu formalin0,1%	Benar
52	tahu_nonformalin8	tahu nonformalin	Benar
53	tahu_nonformalin9	tahu nonformalin	Benar
54	tahu_nonformalin10	<i>tahu formalin 0,01%</i>	<b>Salah</b>

#### 4. Hasil uji coba untuk ukuran *Codebook* 256 dengan 5 data *training* dalam label

Kumpulan hasil uji coba proses pengidentifikasian untuk ukuran *codebook* 256 dengan 5 data *training* dalam label, dapat dilihat pada Tabel 4.5

**Table 4.5** Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran *codebook* 256 dengan 5 data *training* dalam label

No	Jenis Larutan	Identifikasi	Keterangan
1	baso_formalin0,01%8	baso formalin0,01%	Benar
2	baso_formalin0,01%9	baso formalin0,01%	Benar
3	baso_formalin0,01%10	baso formalin0,01%	Benar
4	baso_formalin0,02%8	<i>formalin 0,01%</i>	<b>Salah</b>
5	baso_formalin0,02%9	baso formalin0,02%	Benar
6	baso_formalin0,02%10	baso formalin0,02%	Benar
7	baso_formalin0,05%8	<i>mie formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
8	baso_formalin0,05%9	baso formalin0,05%	Benar
9	baso_formalin0,05%10	<i>mie formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
10	baso_formalin0,1%8	<i>baso_formalin0,05%</i>	<b>Salah</b>
11	baso_formalin0,1%9	baso_formalin0,1%	Benar
12	baso_formalin0,1%10	baso_formalin0,1%	Benar
13	baso_nonformalin8	baso nonformalin	Benar
14	baso_nonformalin9	baso nonformalin	Benar
15	baso_nonformalin10	baso nonformalin	Benar
16	formalin0,01%8	formalin0,01%	Benar
17	formalin0,01%9	formalin0,01%	Benar
18	formalin0,01%10	<i>formalin0,021%</i>	<b>Salah</b>
19	formalin0,02%8	formalin0,02%	Benar
20	formalin0,02%9	formalin0,02%	Benar
21	formalin0,02%10	<i>mie formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
22	formalin0,1%8	formalin0,1%	Benar
23	formalin0,1%9	formalin0,1%	Benar
24	formalin0,1%10	<i>tahu formalin0,1%</i>	<b>Salah</b>
25	mie_formalin0,01%8	mie formalin0,01%	Benar
26	mie_formalin0,01%9	mie formalin0,01%	Benar
27	mie_formalin0,01%10	mie formalin0,01%	Benar
28	mie_formalin0,02%8	mie formalin0,02%	Benar
29	mie_formalin0,02%9	mie formalin0,02%	Benar
30	mie_formalin0,02%10	mie formalin0,02%	Benar
31	mie_formalin0,05%8	<i>baso formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
32	mie_formalin0,05%9	<i>baso formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
33	mie_formalin0,05%10	<i>baso formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
34	mie_formalin0,1%8	mie formalin0,1%	Benar
35	mie_formalin0,1%9	mie formalin0,1%	Benar
36	mie_formalin0,1%10	mie formalin0,1%	Benar
37	mie_nonformalin8	mie nonformalin	Benar
38	mie_nonformalin9	mie nonformalin	Benar
39	mie_nonformalin10	mie nonformalin	Benar
40	tahu_formalin0,01%8	tahu formalin0,01%	Benar
41	tahu_formalin0,01%9	tahu formalin0,01%	Benar
42	tahu_formalin0,01%10	tahu formalin0,01%	Benar
43	tahu_formalin0,02%8	<i>formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>

44	tahu_formalin0,02%9	<i>formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
45	tahu_formalin0,02%10	<i>tahu formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
46	tahu_formalin0,05%8	tahu formalin0,05%	Benar
47	tahu_formalin0,05%9	tahu formalin0,05%	Benar
48	tahu_formalin0,05%10	tahu formalin0,05%	Benar
49	tahu_formalin0,1%8	<i>baso formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
50	tahu_formalin0,1%9	tahu formalin0,1%	Benar
51	tahu_formalin0,1%10	tahu formalin0,1%	Benar
52	tahu_nonformalin8	tahu nonformalin	Benar
53	tahu_nonformalin9	tahu nonformalin	Benar
54	tahu_nonformalin10	tahu nonformalin	Benar

### 5. Hasil uji coba untuk ukuran *Codebook* 512 dengan jumlah 5 data *training* dalam label

Kumpulan hasil uji coba proses pengidentifikasian untuk ukuran *codebook* 512 dengan jumlah *database* 5 larutan dapat dilihat pada Tabel 4.6

**Table 4.6** Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran *codebook* 512 dengan jumlah 5 data *training* dalam label

No	Jenis larutan	Identifikasi	Keterangan
1	baso_formalin0,01%8	baso formalin0,01%	Benar
2	baso_formalin0,01%9	baso formalin0,01%	Benar
3	baso_formalin0,01%10	baso formalin0,01%	Benar
4	baso_formalin0,02%8	<i>mie formalin0,01%</i>	Salah
5	baso_formalin0,02%9	baso formalin0,02%	Benar
6	baso_formalin0,02%10	baso formalin0,02%	Benar
7	baso_formalin0,05%8	<i>mie nonformalin</i>	Salah
8	baso_formalin0,05%9	<i>mie formalin 0,1%</i>	Salah
9	baso_formalin0,05%10	<i>mie formalin 0,01%</i>	Salah
10	baso_formalin0,1%8	<i>baso_formalin0,02%</i>	Salah
11	baso_formalin0,1%9	baso formalin0,1%	Benar
12	baso_formalin0,1%10	baso formalin0,1%	Benar
13	baso_nonformalin8	<i>mie formalin 0,01%</i>	Salah
14	baso_nonformalin9	baso nonformalin	Benar
15	baso_nonformalin10	baso nonformalin	Benar
16	formalin0,01%8	<i>formalin0,02%</i>	Salah
17	formalin0,01%9	formalin0,01%	Benar
18	formalin0,01%10	formalin0,01%	Benar
19	formalin0,02%8	formalin0,02%	Benar
20	formalin0,02%9	formalin0,02%	Benar

21	formalin0,02%10	<i>tahu nonformalin</i>	<b>Salah</b>
22	formalin0,1%8	formalin0,1%	Benar
23	formalin0,1%9	formalin0,1%	Benar
24	formalin0,1%10	formalin0,1%	Benar
25	mie_formalin0,01%8	mie formalin0,01%	Benar
26	mie_formalin0,01%9	<i>mie nonformalin</i>	<b>Salah</b>
27	mie_formalin0,01%10	mie formalin0,01%	Benar
28	mie_formalin0,02%8	<i>baso formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
29	mie_formalin0,02%9	mie formalin0,02%	Benar
30	mie_formalin0,02%10	mie formalin0,02%	Benar
31	mie_formalin0,05%8	<i>baso formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
32	mie_formalin0,05%9	mie formalin0,05%	Benar
33	mie_formalin0,05%10	mie formalin0,05%	Benar
34	mie_formalin0,1%8	<i>baso nonformalin</i>	<b>Salah</b>
35	mie_formalin0,1%9	mie formalin0,1%	Benar
36	mie_formalin0,1%10	mie formalin0,1%	Benar
37	mie_nonformalin8	mie nonformalin	Benar
38	mie_nonformalin9	mie nonformalin	Benar
39	mie_nonformalin10	mie nonformalin	Benar
40	tahu_formalin0,01%8	<i>tahu formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
41	tahu_formalin0,01%9	tahu formalin0,01%	Benar
42	tahu_formalin0,01%10	<i>tahu formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
43	tahu_formalin0,02%8	<i>formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
44	tahu_formalin0,02%9	<i>formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
45	tahu_formalin0,02%10	<i>tahu formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
46	tahu_formalin0,05%8	tahu formalin0,05%	Benar
47	tahu_formalin0,05%9	<i>tahu formalin0,1%</i>	<b>Salah</b>
48	tahu_formalin0,05%10	<i>mie formalin0,05%</i>	<b>Salah</b>
49	tahu_formalin0,1%8	tahu formalin0,1%	Benar
50	tahu_formalin0,1%9	tahu formalin0,1%	Benar
51	tahu_formalin0,1%10	tahu formalin0,1%	Benar
52	tahu_nonformalin8	tahu nonformalin	Benar
53	tahu_nonformalin9	<i>tahu formalin 0,01%</i>	<b>Salah</b>
54	tahu_nonformalin10	tahu nonformalin	Benar

**6. Hasil uji coba untuk ukuran *Codebook* 1024 dengan jumlah 5 data *training* dalam label**

Kumpulan hasil uji coba proses pengidentifikasian untuk ukuran *codebook* 1024 dengan jumlah 5 data *training* dalam label, dapat dilihat pada Tabel 4.7

**Table 4.7** Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran *codebook* 1024 dengan jumlah 5 data *training* dalam label

No	Jenis Larutan	Identifikasi	Keterangan
1	baso_formalin0,01%8	baso formalin0,01%	Benar
2	baso_formalin0,01%9	baso formalin0,01%	Benar
3	baso_formalin0,01%10	baso formalin0,01%	Benar
4	baso_formalin0,02%8	<i>basononformalin</i>	<b>Salah</b>
5	baso_formalin0,02%9	baso formalin0,02%	Benar
6	baso_formalin0,02%10	baso formalin0,02%	Benar
7	baso_formalin0,05%8	<i>mie nonformalin</i>	<b>Salah</b>
8	baso_formalin0,05%9	baso formalin0,05%	Benar
9	baso_formalin0,05%10	baso formalin0,05%	Benar
10	baso_formalin0,1%8	<i>baso_formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
11	baso_formalin0,1%9	baso_formalin0,1%	Benar
12	baso_formalin0,1%10	<i>baso_formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
13	baso_nonformalin8	baso nonformalin	Benar
14	baso_nonformalin9	baso nonformalin	Benar
15	baso_nonformalin10	baso nonformalin	Benar
16	formalin0,01%8	<i>tahu formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
17	formalin0,01%9	formalin0,01%	Benar
18	formalin0,01%10	formalin0,01%	Benar
19	formalin0,02%8	formalin0,02%	Benar
20	formalin0,02%9	formalin0,02%	Benar
21	formalin0,02%10	<i>tahu nonformalin</i>	<b>Salah</b>
22	formalin0,1%8	formalin0,1%	Benar
23	formalin0,1%9	formalin0,1%	Benar
24	formalin0,1%10	<i>tahu formalin0,1%</i>	<b>Salah</b>
25	mie_formalin0,01%8	<i>mie formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
26	mie_formalin0,01%9	mie formalin0,01%	Benar
27	mie_formalin0,01%10	mie formalin0,01%	Benar
28	mie_formalin0,02%8	mie formalin0,02%	Benar
29	mie_formalin0,02%9	mie formalin0,02%	Benar
30	mie_formalin0,02%10	mie formalin0,02%	Benar
31	mie_formalin0,05%8	<i>mie formalin0,1%</i>	<b>Salah</b>
32	mie_formalin0,05%9	<i>baso mie formalin0,1%</i>	<b>Salah</b>
33	mie_formalin0,05%10	<i>baso formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
34	mie_formalin0,1%8	<i>mie formalin 0,01%</i>	<b>Salah</b>
35	mie_formalin0,1%9	mie formalin 0,1%	Benar
36	mie_formalin0,1%10	mie formalin 0,1%	Benar
37	mie_nonformalin8	mie nonformalin	Benar
38	mie_nonformalin9	mie nonformalin	Benar
39	mie_nonformalin10	<i>baso formalin 0,1%</i>	<b>Salah</b>
40	tahu_formalin0,01%8	<i>tahu formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
41	tahu_formalin0,01%9	<i>tahu nonformalin</i>	<b>Salah</b>
42	tahu_formalin0,01%10	<i>tahu formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
43	tahu_formalin0,02%8	<i>formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>

44	tahu_formalin0,02%9	tahu formalin0,02%	Benar
45	tahu_formalin0,02%10	<i>tahu formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
46	tahu_formalin0,05%8	tahu formalin0,05%	benar
47	tahu_formalin0,05%9	<i>formalin0,1%</i>	<b>Salah</b>
48	tahu_formalin0,05%10	<i>mie formalin0,05%</i>	<b>Salah</b>
49	tahu_formalin0,1%8	tahu formalin0,1%	Benar
50	tahu_formalin0,1%9	tahu formalin0,1%	Benar
51	tahu_formalin0,1%10	tahu formalin0,1%	Benar
52	tahu_nonformalin8	tahu nonformalin	Benar
53	tahu_nonformalin9	tahu nonformalin	Benar
54	tahu_nonformalin10	tahu nonformalin	Benar

### 7. Hasil uji coba untuk ukuran *Codebook* 32 dengan jumlah 7 data *training* dalam label

Kumpulan hasil uji coba proses pengidentifikasian untuk ukuran *codebook* 32 dengan jumlah 7 data *training* dalam label, dapat dilihat pada Tabel 4.8

**Table 4.8.** Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran *codebook* 32 dengan jumlah 7 data *training* dalam label

No	Jenis	Identifikasi	Keterangan
1	baso_formalin0,01%8	<i>baso formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
2	baso_formalin0,01%9	baso formalin0,01%	Benar
3	baso_formalin0,01%10	baso formalin0,01%	Benar
4	baso_formalin0,02%8	baso formalin0,02%	Benar
5	baso_formalin0,02%9	baso formalin0,02%	Benar
6	baso_formalin0,02%10	baso formalin0,02%	Benar
7	baso_formalin0,05%8	baso formalin0,05%	Benar
8	baso_formalin0,05%9	baso formalin0,05%	Benar
9	baso_formalin0,05%10	baso formalin0,05%	Benar
10	baso_formalin0,1%8	<i>baso formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
11	baso_formalin0,1%9	baso formalin0,1%	Benar
12	baso_formalin0,1%10	baso formalin0,1%	Benar
13	baso_nonformalin8	baso nonformalin	Benar
14	baso_nonformalin9	baso nonformalin	Benar
15	baso_nonformalin10	baso nonformalin	Benar
16	formalin0,01%8	<i>tahu formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
17	formalin0,01%9	formalin0,01%	Benar
18	formalin0,01%10	<i>formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
19	formalin0,02%8	formalin0,02%	Benar

20	formalin0,02%9	<i>tahu formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
21	formalin0,02%10	formalin0,02%	Benar
22	formalin0,1%8	formalin0,1%	Benar
23	formalin0,1%9	<i>tahu formalin0,05%</i>	<b>Salah</b>
24	formalin0,1%10	formalin0,1%	Benar
25	mie_formalin0,01%8	mie formalin0,01%	Benar
26	mie_formalin0,01%9	<i>baso formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
27	mie_formalin0,01%10	mie formalin0,01%	Benar
28	mie_formalin0,02%8	mie formalin0,02%	Benar
29	mie_formalin0,02%9	mie formalin0,02%	Benar
30	mie_formalin0,02%10	mie formalin0,02%	Benar
31	mie_formalin0,05%8	mie formalin0,05%	Benar
32	mie_formalin0,05%9	mie formalin0,05%	Benar
33	mie_formalin0,05%10	mie formalin0,05%	Benar
34	mie_formalin0,1%8	mie formalin0,1%	Benar
35	mie_formalin0,1%9	<i>baso formalin0,1%</i>	<b>Salah</b>
36	mie_formalin0,1%10	<i>baso formalin0,1%</i>	<b>Salah</b>
37	mie_nonformalin8	mie nonformalin	Benar
38	mie_nonformalin9	mie nonformalin	Benar
39	mie_nonformalin10	mie nonformalin	Benar
40	tahu_formalin0,01%8	tahu formalin0,01%	Benar
41	tahu_formalin0,01%9	<i>tahu nonformalin</i>	<b>Salah</b>
42	tahu_formalin0,01%10	<i>tahu formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
43	tahu_formalin0,02%8	tahu formalin0,02%	Benar
44	tahu_formalin0,02%9	tahu formalin0,02%	Benar
45	tahu_formalin0,02%10	tahu formalin0,02%	Benar
46	tahu_formalin0,05%8	tahu formalin0,05%	Benar
47	tahu_formalin0,05%9	tahu formalin0,05%	Benar
48	tahu_formalin0,05%10	tahu formalin0,05%	Benar
49	tahu_formalin0,1%8	<i>tahu formalin0,05%</i>	<b>Salah</b>
50	tahu_formalin0,1%9	tahu formalin0,1%	Benar
51	tahu_formalin0,1%10	tahu formalin0,1%	Benar
52	tahu_nonformalin8	tahu nonformalin	Benar
53	tahu_nonformalin9	<i>tahu formalin 0,01%</i>	<b>Salah</b>
54	tahu_nonformalin10	tahu nonformalin	Benar

#### 8. Hasil uji coba untuk ukuran *Codebook* 64 dengan jumlah 7 data *training* dalam label

Kumpulan hasil uji coba proses pengidentifikasian untuk ukuran *codebook* 64 dengan jumlah 7 data *training* dalam label, dapat dilihat pada Tabel 4.9

**Table 4.9** Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran *codebook* 64 dengan jumlah 7 data *training* dalam label

No	Jenis Larutan	Identifikasi	Keterangan
1	baso_formalin0,01%8	baso formalin0,01%	Benar
2	baso_formalin0,01%9	baso formalin0,01%	Benar
3	baso_formalin0,01%10	baso formalin0,01%	Benar
4	baso_formalin0,02%8	baso formalin0,02%	Benar
5	baso_formalin0,02%9	baso formalin0,02%	Benar
6	baso_formalin0,02%10	baso formalin0,02%	Benar
7	baso_formalin0,05%8	baso formalin0,05%	Benar
8	baso_formalin0,05%9	baso formalin0,05%	Benar
9	baso_formalin0,05%10	baso formalin0,05%	Benar
10	baso_formalin0,1%8	<i>baso formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
11	baso_formalin0,1%9	baso formalin0,1%	Benar
12	baso_formalin0,1%10	baso formalin0,1%	Benar
13	baso_nonformalin8	baso nonformalin	Benar
14	baso_nonformalin9	baso nonformalin	Benar
15	baso_nonformalin10	baso nonformalin	Benar
16	formalin0,01%8	formalin0,01%	Benar
17	formalin0,01%9	formalin0,01%	Benar
18	formalin0,01%10	formalin0,01%	Benar
19	formalin0,02%8	formalin0,02%	Benar
20	formalin0,02%9	formalin0,02%	Benar
21	formalin0,02%10	formalin0,02%	Benar
22	formalin0,1%8	formalin0,1%	Benar
23	formalin0,1%9	formalin0,1%	Benar
24	formalin0,1%10	<i>tahu formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
25	mie_formalin0,01%8	<i>mie formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
26	mie_formalin0,01%9	mie formalin0,01%	Benar
27	mie_formalin0,01%10	mie formalin0,01%	Benar
28	mie_formalin0,02%8	mie formalin0,02%	Benar
29	mie_formalin0,02%9	<i>baso formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
30	mie_formalin0,02%10	mie formalin0,02%	Benar
31	mie_formalin0,05%8	mie formalin0,05%	Benar
32	mie_formalin0,05%9	mie formalin0,05%	Benar
33	mie_formalin0,05%10	mie formalin0,05%	Benar
34	mie_formalin0,1%8	mie formalin0,1%	Benar
35	mie_formalin0,1%9	mie formalin0,1%	Benar
36	mie_formalin0,1%10	mie formalin0,1%	Benar
37	mie_nonformalin8	mie nonformalin	Benar
38	mie_nonformalin9	mie nonformalin	Benar
39	mie_nonformalin10	mie nonformalin	Benar
40	tahu_formalin0,01%8	tahu formalin0,01%	Benar
41	tahu_formalin0,01%9	<i>tahu nonformalin</i>	<b>Salah</b>
42	tahu_formalin0,01%10	tahu formalin0,01%	Benar

43	tahu_formalin0,02%8	tahu formalin0,02%	Benar
44	tahu_formalin0,02%9	<i>formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
45	tahu_formalin0,02%10	<i>formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
46	tahu_formalin0,05%8	tahu formalin0,05%	Benar
47	tahu_formalin0,05%9	tahu formalin0,05%	Benar
48	tahu_formalin0,05%10	tahu formalin0,05%	Benar
49	tahu_formalin0,1%8	tahu formalin0,1%	Benar
50	tahu_formalin0,1%9	tahu formalin0,1%	Benar
51	tahu_formalin0,1%10	tahu formalin0,1%	Benar
52	tahu_nonformalin8	tahu nonformalin	Benar
53	tahu_nonformalin9	tahu nonformalin	Benar
54	tahu_nonformalin10	tahu nonformalin	Benar

**9. Hasil uji coba untuk ukuran *Codebook* 128 dengan jumlah 7 data *training* dalam label**

Kumpulan hasil uji coba proses pengidentifikasian untuk ukuran *codebook* 128 dengan jumlah 7 data *training* dalam label, dapat dilihat pada Tabel 4.10

**Table 4.10** Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran *codebook* 128 dengan jumlah 7 data *training* dalam label

No	Jenis Larutan	Identifikasi	Keterangan
1	baso_formalin0,01%8	baso formalin0,01%	Benar
2	baso_formalin0,01%9	baso formalin0,01%	Benar
3	baso_formalin0,01%10	baso formalin0,01%	Benar
4	baso_formalin0,02%8	baso formalin0,02%	Benar
5	baso_formalin0,02%9	<i>baso nonformalin</i>	<b>Salah</b>
6	baso_formalin0,02%10	baso formalin0,02%	Benar
7	baso_formalin0,05%8	baso formalin0,05%	Benar
8	baso_formalin0,05%9	baso formalin0,05%	Benar
9	baso_formalin0,05%10	<i>mie formalin0,1%</i>	<b>Salah</b>
10	baso_formalin0,1%8	<i>baso_formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
11	baso_formalin0,1%9	baso_formalin0,1%	Benar
12	baso_formalin0,1%10	baso_formalin0,1%	Benar
13	baso_nonformalin8	baso nonformalin	Benar
14	baso_nonformalin9	baso nonformalin	Benar
15	baso_nonformalin10	baso nonformalin	Benar
16	formalin0,01%8	<i>tahu nonformalin</i>	<b>Salah</b>
17	formalin0,01%9	formalin0,01%	Benar
18	formalin0,01%10	<i>tahu nonformalin</i>	<b>Salah</b>
19	formalin0,02%8	formalin0,02%	Benar

20	formalin0,02%9	<i>formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
21	formalin0,02%10	formalin0,02%	Benar
22	formalin0,1%8	formalin0,1%	Benar
23	formalin0,1%9	formalin0,1%	Benar
24	formalin0,1%10	<i>tahu formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
25	mie_formalin0,01%8	mie formalin0,01%	Benar
26	mie_formalin0,01%9	mie formalin0,01%	Benar
27	mie_formalin0,01%10	mie formalin0,01%	Benar
28	mie_formalin0,02%8	mie formalin0,02%	Benar
29	mie_formalin0,02%9	mie formalin0,02%	Benar
30	mie_formalin0,02%10	mie formalin0,02%	Benar
31	mie_formalin0,05%8	mie formalin0,05%	Benar
32	mie_formalin0,05%9	mie formalin0,05%	Benar
33	mie_formalin0,05%10	mie formalin0,05%	Benar
34	mie_formalin0,1%8	mie formalin0,1%	Benar
35	mie_formalin0,1%9	mie formalin0,1%	Benar
36	mie_formalin0,1%10	mie formalin0,1%	Benar
37	mie_nonformalin8	<i>mie formalin 0,01%</i>	<b>Salah</b>
38	mie_nonformalin9	mie nonformalin	Benar
39	mie_nonformalin10	mie nonformalin	Benar
40	tahu_formalin0,01%8	tahu formalin0,01%	Benar
41	tahu_formalin0,01%9	<i>tahu nonformalin</i>	<b>Salah</b>
42	tahu_formalin0,01%10	tahu formalin0,01%	Benar
43	tahu_formalin0,02%8	<i>formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
44	tahu_formalin0,02%9	<i>formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
45	tahu_formalin0,02%10	tahu formalin0,02%	Benar
46	tahu_formalin0,05%8	tahu formalin0,05%	Benar
47	tahu_formalin0,05%9	tahu formalin0,05%	Benar
48	tahu_formalin0,05%10	<i>formalin0,1%</i>	<b>Salah</b>
49	tahu_formalin0,1%8	tahu formalin0,1%	Benar
50	tahu_formalin0,1%9	tahu formalin0,1%	Benar
51	tahu_formalin0,1%10	tahu formalin0,1%	Benar
52	tahu_nonformalin8	tahu nonformalin	Benar
53	tahu_nonformalin9	<i>tahu formalin 0,01%</i>	<b>Salah</b>
54	tahu_nonformalin10	tahu nonformalin	Benar

**10. Hasil uji coba untuk ukuran *Codebook* 256 dengan jumlah 7 data *training* dalam label**

Kumpulan hasil uji coba proses pengidentifikasian untuk ukuran *codebook* 256 dengan jumlah 7 data *training* dalam label, dapat dilihat pada Tabel 4.11

**Table 4.11** Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran *codebook* 256 dengan jumlah 7 data *training* dalam label

No	Jenis Larutan	Identifikasi	Keterangan
1	baso_formalin0,01%8	baso formalin0,01%	Benar
2	baso_formalin0,01%9	baso formalin0,01%	Benar
3	baso_formalin0,01%10	baso formalin0,01%	Benar
4	baso_formalin0,02%8	baso formalin0,02%	Benar
5	baso_formalin0,02%9	baso formalin0,02%	Benar
6	baso_formalin0,02%10	baso formalin0,02%	Benar
7	baso_formalin0,05%8	<i>mie formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
8	baso_formalin0,05%9	baso formalin0,05%	Benar
9	baso_formalin0,05%10	baso formalin0,05%	Benar
10	baso_formalin0,1%8	<i>baso formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
11	baso_formalin0,1%9	baso formalin0,1%	Benar
12	baso_formalin0,1%10	baso formalin0,1%	Benar
13	baso_nonformalin8	baso nonformalin	Benar
14	baso_nonformalin9	baso nonformalin	Benar
15	baso_nonformalin10	baso nonformalin	Benar
16	formalin0,01%8	formalin0,01%	Benar
17	formalin0,01%9	formalin0,01%	Benar
18	formalin0,01%10	formalin0,01%	Benar
19	formalin0,02%8	formalin0,02%	Benar
20	formalin0,02%9	<i>tahu formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
21	formalin0,02%10	formalin0,02%	Benar
22	formalin0,1%8	formalin0,1%	Benar
23	formalin0,1%9	formalin0,1%	Benar
24	formalin0,1%10	formalin0,1%	Benar
25	mie_formalin0,01%8	mie formalin0,01%	Benar
26	mie_formalin0,01%9	mie formalin0,01%	Benar
27	mie_formalin0,01%10	mie formalin0,01%	Benar
28	mie_formalin0,02%8	mie formalin0,02%	Benar
29	mie_formalin0,02%9	mie formalin0,02%	Benar
30	mie_formalin0,02%10	<i>mie formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
31	mie_formalin0,05%8	<i>baso formalin0,05%</i>	<b>Salah</b>
32	mie_formalin0,05%9	<i>baso formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
33	mie_formalin0,05%10	mie formalin0,05%	Benar
34	mie_formalin0,1%8	mie formalin0,1%	Benar
35	mie_formalin0,1%9	<i>mie formalin0,05%</i>	<b>Salah</b>
36	mie_formalin0,1%10	<i>tahu formalin0,05%</i>	<b>Salah</b>
37	mie_nonformalin8	mie nonformalin	Benar
38	mie_nonformalin9	mie nonformalin	Benar
39	mie_nonformalin10	mie nonformalin	Benar
40	tahu_formalin0,01%8	tahu formalin0,01%	Benar
41	tahu_formalin0,01%9	<i>tahu nonformalin</i>	<b>Salah</b>
42	tahu_formalin0,01%10	tahu formalin0,01%	Benar
43	tahu_formalin0,02%8	tahu formalin0,02%	Benar

44	tahu_formalin0,02%9	<i>formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
45	tahu_formalin0,02%10	tahu formalin0,02%	Benar
46	tahu_formalin0,05%8	tahu formalin0,05%	Benar
47	tahu_formalin0,05%9	tahu formalin0,05%	Benar
48	tahu_formalin0,05%10	tahu formalin0,05%	Benar
49	tahu_formalin0,1%8	tahu formalin0,1%	Benar
50	tahu_formalin0,1%9	tahu formalin0,1%	Benar
51	tahu_formalin0,1%10	tahu formalin0,1%	Benar
52	tahu_nonformalin8	tahu nonformalin	Benar
53	tahu_nonformalin9	<i>formalin 0,01%</i>	<b>Salah</b>
54	tahu_nonformalin10	tahu nonformalin	Benar

### 11. Hasil uji coba untuk ukuran *Codebook* 512 dengan jumlah 7 data *training* dalam label

Kumpulan hasil uji coba proses pengidentifikasian untuk ukuran *codebook* 512 dengan dengan jumlah 7 data *training* dalam label, dapat dilihat pada Tabel 4.12

**Table 4.12** Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran *codebook* 512 dengan jumlah 7 data *training* dalam label

No.	Jenis Larutan	Identifikasi	Keterangan
1	baso_formalin0,01%8	baso formalin0,01%	Benar
2	baso_formalin0,01%9	baso formalin0,01%	Benar
3	baso_formalin0,01%10	baso formalin0,01%	Benar
4	baso_formalin0,02%8	baso formalin0,02%	Benar
5	baso_formalin0,02%9	<i>baso formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
6	baso_formalin0,02%10	baso formalin0,02%	Benar
7	baso_formalin0,05%8	baso formalin0,05%	Benar
8	baso_formalin0,05%9	baso formalin0,05%	Benar
9	baso_formalin0,05%10	baso formalin0,05%	Benar
10	baso_formalin0,1%8	<i>baso formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
11	baso_formalin0,1%9	baso formalin0,1%	Benar
12	baso_formalin0,1%10	baso formalin0,1%	Benar
13	baso_nonformalin8	baso nonformalin	Benar
14	baso_nonformalin9	baso nonformalin	Benar
15	baso_nonformalin10	baso nonformalin	Benar
16	formalin0,01%8	<i>tahu formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
17	formalin0,01%9	formalin0,01%	Benar
18	formalin0,01%10	<i>formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
19	formalin0,02%8	formalin0,02%	Benar
20	formalin0,02%9	formalin0,02%	Benar

21	formalin0,02% 10	formalin0,02%	Benar
22	formalin0,1% 8	formalin0,1%	Benar
23	formalin0,1% 9	formalin0,1%	Benar
24	formalin0,1% 10	formalin0,1%	Benar
25	mie_formalin0,01% 8	mie formalin0,01%	Benar
26	mie_formalin0,01% 9	mie formalin0,01%	Benar
27	mie_formalin0,01% 10	mie formalin0,01%	Benar
28	mie_formalin0,02% 8	mie formalin0,02%	Benar
29	mie_formalin0,02% 9	<i>baso nonformalin</i>	<b>Salah</b>
30	mie_formalin0,02% 10	mie formalin0,02%	Benar
31	mie_formalin0,05% 8	mie formalin0,05%	Benar
32	mie_formalin0,05% 9	mie formalin0,05%	Benar
33	mie_formalin0,05% 10	<i>baso formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
34	mie_formalin0,1% 8	mie formalin0,1%	Benar
35	mie_formalin0,1% 9	mie formalin0,1%	Benar
36	mie_formalin0,1% 10	mie formalin0,1%	Benar
37	mie_nonformalin8	mie nonformalin	Benar
38	mie_nonformalin9	<i>baso formalin 0,02%</i>	<b>Salah</b>
39	mie_nonformalin10	mie nonformalin	Benar
40	tahu_formalin0,01% 8	tahu formalin0,01%	Benar
41	tahu_formalin0,01% 9	<i>tahu nonformalin</i>	<b>Salah</b>
42	tahu_formalin0,01% 10	<i>tahu nonformalin</i>	<b>Salah</b>
43	tahu_formalin0,02% 8	tahu formalin0,02%	Benar
44	tahu_formalin0,02% 9	<i>formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
45	tahu_formalin0,02% 10	<i>tahu formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
46	tahu_formalin0,05% 8	<i>tahu formalin0,1%</i>	<b>Salah</b>
47	tahu_formalin0,05% 9	<i>tahu formalin0,1%</i>	<b>Salah</b>
48	tahu_formalin0,05% 10	<i>mie formalin0,05%</i>	<b>Salah</b>
49	tahu_formalin0,1% 8	tahu formalin0,1%	Benar
50	tahu_formalin0,1% 9	tahu formalin0,1%	Benar
51	tahu_formalin0,1% 10	tahu formalin0,1%	Benar
52	tahu_nonformalin8	tahu nonformalin	Benar
53	tahu_nonformalin9	tahu nonformalin	Benar
54	tahu_nonformalin10	tahu nonformalin	Benar

## 12. Hasil uji coba untuk ukuran *Codebook* 1024 dengan jumlah 7 data *training* dalam label

Kumpulan hasil uji coba proses pengidentifikasian untuk ukuran *codebook* 1024 dengan jumlah 7 data *training* dalam label, dapat dilihat pada Tabel 4.13

**Table 4.13** Kumpulan hasil uji coba untuk ukuran *codebook* 1024 dengan jumlah 7 data *training* dalam label

No	Jenis	Identifikasi	Keterangan
1	baso_formalin0,01%8	<i>baso formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
2	baso_formalin0,01%9	baso formalin0,01%	Benar
3	baso_formalin0,01%10	<i>mie formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
4	baso_formalin0,02%8	<i>baso formalin0,05%</i>	<b>Salah</b>
5	baso_formalin0,02%9	baso formalin0,02%	Benar
6	baso_formalin0,02%10	baso formalin0,02%	Benar
7	baso_formalin0,05%8	<i>baso nonformalin</i>	<b>Salah</b>
8	baso_formalin0,05%9	<i>baso formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
9	baso_formalin0,05%10	baso formalin0,05%	Benar
10	baso_formalin0,1%8	<i>baso formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
11	baso_formalin0,1%9	baso formalin0,1%	Benar
12	baso_formalin0,1%10	baso formalin0,1%	Benar
13	baso_nonformalin8	baso nonformalin	Benar
14	baso_nonformalin9	baso nonformalin	Benar
15	baso_nonformalin10	baso nonformalin	Benar
16	formalin0,01%8	formalin0,01%	Benar
17	formalin0,01%9	<i>formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
18	formalin0,01%10	<i>formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
19	formalin0,02%8	formalin0,02%	Benar
20	formalin0,02%9	<i>tahu formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>
21	formalin0,02%10	<i>tahu nonformalin</i>	<b>Salah</b>
22	formalin0,1%8	formalin0,1%	Benar
23	formalin0,1%9	<i>mie formalin0,1%</i>	<b>Salah</b>
24	formalin0,1%10	formalin0,1%	Benar
25	mie_formalin0,01%8	mie formalin0,01%	Benar
26	mie_formalin0,01%9	<i>mie nonformalin</i>	<b>Salah</b>
27	mie_formalin0,01%10	mie formalin0,01%	Benar
28	mie_formalin0,02%8	mie formalin0,02%	Benar
29	mie_formalin0,02%9	mie formalin0,02%	Benar
30	mie_formalin0,02%10	<i>mie formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
31	mie_formalin0,05%8	mie formalin0,05%	Benar
32	mie_formalin0,05%9	<i>baso mie formalin0,05%</i>	<b>Salah</b>
33	mie_formalin0,05%10	<i>baso formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
34	mie_formalin0,1%8	mie formalin 0,01%	Benar
35	mie_formalin0,1%9	<i>baso formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
36	mie_formalin0,1%10	<i>baso nonformalin</i>	<b>Salah</b>
37	mie_nonformalin8	mie nonformalin	Benar
38	mie_nonformalin9	mie nonformalin	Benar
39	mie_nonformalin10	mie nonformalin	Benar
40	tahu_formalin0,01%8	tahu formalin0,01%	Benar
41	tahu_formalin0,01%9	<i>tahu nonformalin</i>	<b>Salah</b>
42	tahu_formalin0,01%10	tahu formalin0,01%	Benar
43	tahu_formalin0,02%8	<i>formalin0,02%</i>	<b>Salah</b>

44	tahu_formalin0,02%9	tahu formalin0,02%	Benar
45	tahu_formalin0,02%10	<i>tahu formalin0,01%</i>	<b>Salah</b>
46	tahu_formalin0,05%8	tahu formalin0,5%	Benar
47	tahu_formalin0,05%9	<i>tahu formalin0,1%</i>	<b>Salah</b>
48	tahu_formalin0,05%10	tahu formalin0,5%	Benar
49	tahu_formalin0,1%8	tahu formalin0,1%	Benar
50	tahu_formalin0,1%9	tahu formalin0,1%	Benar
51	tahu_formalin0,1%10	tahu formalin0,1%	Benar
52	tahu_nonformalin8	tahu nonformalin	Benar
53	tahu_nonformalin9	tahu nonformalin	Benar
54	tahu_nonformalin10	tahu nonformalin	Benar

### 4.3. Rangkuman Hasil Uji Coba

Rangkuman hasil uji coba pada Tabel 4.2 sampai dengan Tabel 4.13 berdasarkan jenis larutan dapat dilihat pada Tabel 4.15 sampai dengan Tabel 4.31

**Tabel 4.14** Rangkuman hasil uji coba untuk baso dengan formalin 0.01%

Codebook \ Jumlah data <i>training</i>	Baso Formalin 0.01%	
	5	7
32	100%	<b>66.6%</b>
64	100%	100%
128	100%	100%
256	100%	100%
512	100%	100%
1024	100%	<b>33.3%</b>

**Tabel 4.15** Rangkuman hasil uji coba untuk baso dengan formalin 0.02%

Codebook \ Jumlah data <i>training</i>	Baso Formalin 0.02%	
	5	7
32	33.3%	100%
64	66.6%	100%
128	66.6%	66.6%
256	66.6%	100%
512	66.6%	66.6%
1024	66.6%	66.6%

**Tabel 4.16** Rangkuman hasil uji coba untuk baso dengan formalin 0.05%

<i>Codebook</i> \ Jumlah data <i>training</i>	Baso Formalin 0.05%	
	5	7
32	100%	100%
64	33.3%	100%
128	33.3%	66.6%
256	33.3%	66.6%
512	0%	100%
1024	66.6%	<b>33.3%</b>

**Tabel 4.17** Rangkuman hasil uji coba untuk baso dengan formalin 0.1%

<i>Codebook</i> \ Jumlah data <i>training</i>	Baso Formalin 0.1%	
	5	7
32	100%	<b>66.6%</b>
64	66.6%	66.6%
128	100%	<b>66.6%</b>
256	66.6%	66.6%
512	66.6%	66.6%
1024	33.3%	66.6%

**Tabel 4.18** Rangkuman hasil uji coba untuk baso dengan nonformalin

<i>Codebook</i> \ Jumlah data <i>training</i>	Baso Nonformalin	
	5	7
32	100%	100%
64	66.6%	100%
128	66.6%	100%
256	100%	100%
512	66.6%	100%
1024	100%	100%

**Tabel 4.19** Rangkuman hasil uji coba untuk formalin 0.01

<i>Codebook</i> \ Jumlah data <i>training</i>	Formalin 0.01%	
	5	7
32	100%	<b>33.3%</b>
64	66.6%	100%
128	66.6%	<b>33.3%</b>
256	66.6%	100%
512	66.6%	<b>33.3%</b>
1024	66.6%	<b>33.3%</b>

**Tabel 4.20** Rangkuman hasil uji coba untuk formalin 0.02%

<i>Codebook</i> \ Jumlah data <i>training</i>	Formalin 0.02%	
	5	7
32	66.6%	66.6%
64	33.3%	100%
128	100%	<b>66.6%</b>
256	66.6%	66.6%
512	66.6%	100%
1024	66.6%	<b>33.3%</b>

**Tabel 4.21.** Rangkuman hasil uji coba untuk formalin 0.1%

<i>Codebook</i> \ Jumlah data <i>training</i>	Formalin 0.1%	
	5	7
32	66.6%	66.6%
64	100%	<b>66.6%</b>
128	100%	<b>66.6%</b>
256	66.6%	100%
512	100%	100%
1024	66.6%	66.6%

**Tabel 4.22.** Rangkuman hasil uji coba untuk mie dengan formalin 0.01%

<i>Codebook</i> \ Jumlah data <i>training</i>	Mie Formalin 0.01%	
	5	7
32	66.6%	66.6%
64	100%	<b>66.6%</b>
128	33.3%	100%
256	100%	100%
512	66.6%	100%
1024	66.6%	66.6%

**Tabel 4.23.** Rangkuman hasil uji coba untuk mie dengan formalin 0.02%

<i>Codebook</i> \ Jumlah data <i>training</i>	Mie Formalin 0.02%	
	5	7
32	100%	100%
64	66.6%	66.6%
128	100%	100%
256	100%	<b>66.6%</b>
512	66.6%	66.6%
1024	100%	<b>66.6%</b>

**Tabel 4.24.** Rangkuman hasil uji coba untuk mie dengan formalin 0.05%

<i>Codebook</i> \ Jumlah data <i>training</i>	Mie Formalin 0.05%	
	5	7
32	66.6%	100%
64	66.6%	100%
128	66.6%	100%
256	0%	33.3%
512	66.6%	66.6%
1024	0%	33.3%

**Tabel 4.25.** Rangkuman hasil uji coba untuk mie dengan formalin 0,1%

<i>Codebook</i> \ Jumlah Data <i>Training</i>	Mie Formalin 0,1%	
	5	7
32	0%	66.6%
64	100%	100%
128	100%	100%
256	100%	<b>33.3%</b>
512	66.6%	100%
1024	66.6%	<b>33.3%</b>

**Tabel 4.26.** Rangkuman hasil uji coba untuk mie nonformalin

<i>Codebook</i> \ Jumlah Data <i>training</i>	Mie Nonformalin	
	5	7
32	100%	100%
64	100%	100%
128	100%	<b>66.6%</b>
256	100%	100%
512	100%	<b>66.6%</b>
1024	66.6%	100%

**Tabel 4.27.** Rangkuman hasil uji coba untuk tahu dengan formalin 0,01%

<i>Codebook</i> \ Jumlah data <i>training</i>	Tahu formalin 0,01%	
	5	7
32	0%	33.3%
64	0%	66.6%
128	33.3%	66.6%
256	100%	<b>66.6%</b>
512	33.3%	33.3%
1024	0%	66.6%

**Tabel 4.28.** Rangkuman hasil uji coba untuk tahu dengan formalin 0.02%

<i>Codebook</i> \ Jumlah data <i>training</i>	Tahu formalin 0.02%	
	5	7
32	33.3%	100%
64	66.6%	33.3%
128	33.3%	33.3%
256	0%	66.6%
512	0%	33.3%
1024	33.3%	33.3%

**Tabel 4.29.** Rangkuman hasil uji coba untuk tahu dengan formalin 0.05%

<i>Codebook</i> \ Jumlah data <i>training</i>	Tahu formalin 0.05%	
	5	7
32	66.6%	100%
64	66.6%	100%
128	66.6%	66.6%
256	100%	100%
512	66.6%	<b>0%</b>
1024	66.6%	66.6%

**Tabel 4.30.** Rangkuman hasil uji coba untuk Tahu dengan formalin 0.1%

<i>Codebook</i> \ Jumlah data <i>training</i>	Tahu formalin 0.1%	
	5	7
32	100%	<b>66.6%</b>
64	66.6%	100%
128	66.6%	100%
256	66.6%	100%
512	100%	100%
1024	100%	100%

**Tabel 4.31.** Rangkuman hasil uji coba untuk Tahu nonformalin

<i>Codebook</i> \ Jumlah data <i>training</i>	Tahu Nonformalin	
	5	7
32	33.3%	66.6%
64	100%	100%
128	66.6%	66.6%
256	100%	<b>66.6%</b>
512	66.6%	100%
1024	100%	100%

Berdasarkan rangkuman Tabel 4.15 sampai dengan Tabel 4.31 maka persentasi akurasi semua parameter dapat dilihat pada Tabel 4.32.

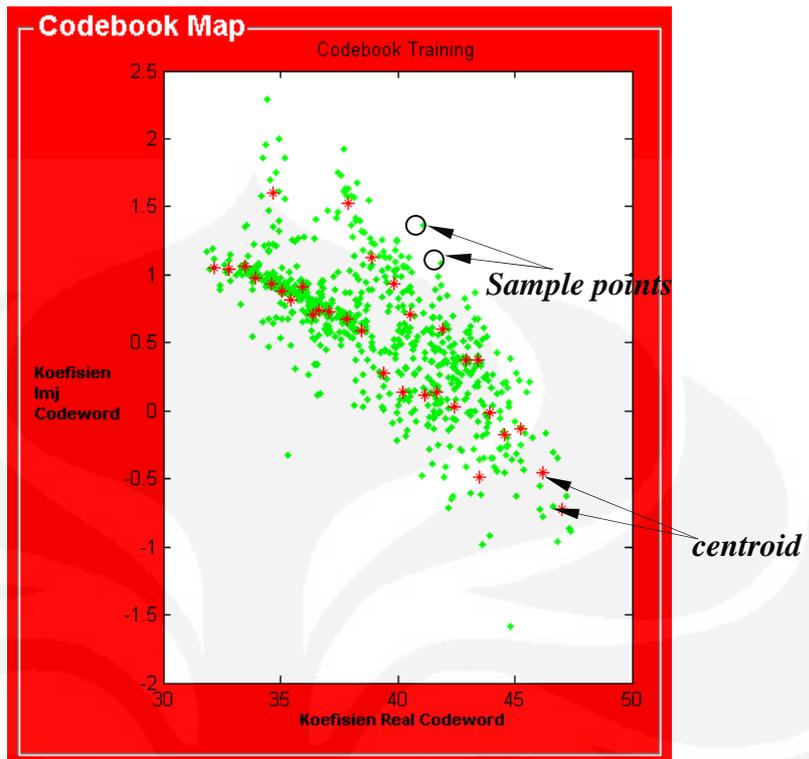
**Tabel 4.32** Persentase akurasi seluruh paramater

Jumlah data <i>training</i>	5	7
<i>Codebook</i>		
32	68.51%	74.69%
64	70.37%	87.03%
128	72.22%	75.92%
256	74.07%	79.62%
512	62.96%	74.07%
1024	62.96%	<b>61.11%</b>

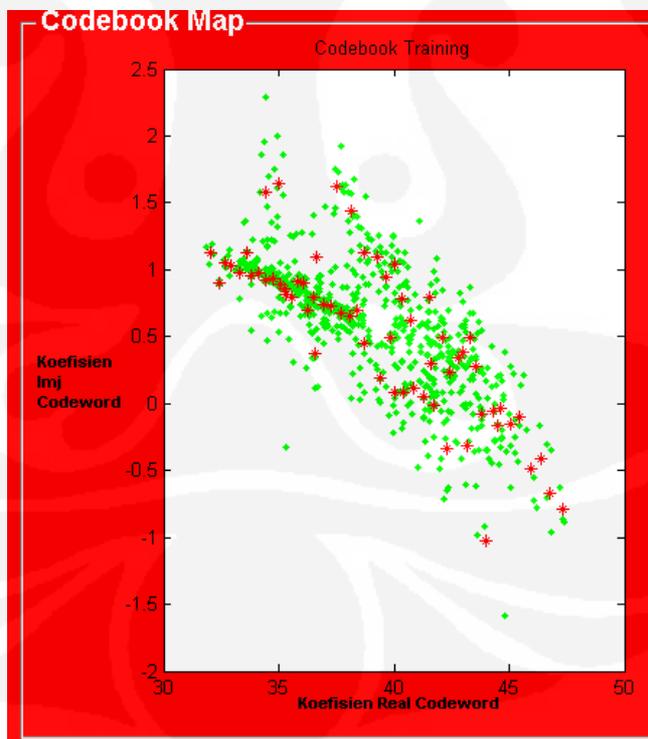
#### 4.4. Analisa Percobaan

##### 4.4.1. Pengaruh perubahan ukuran *codebook*

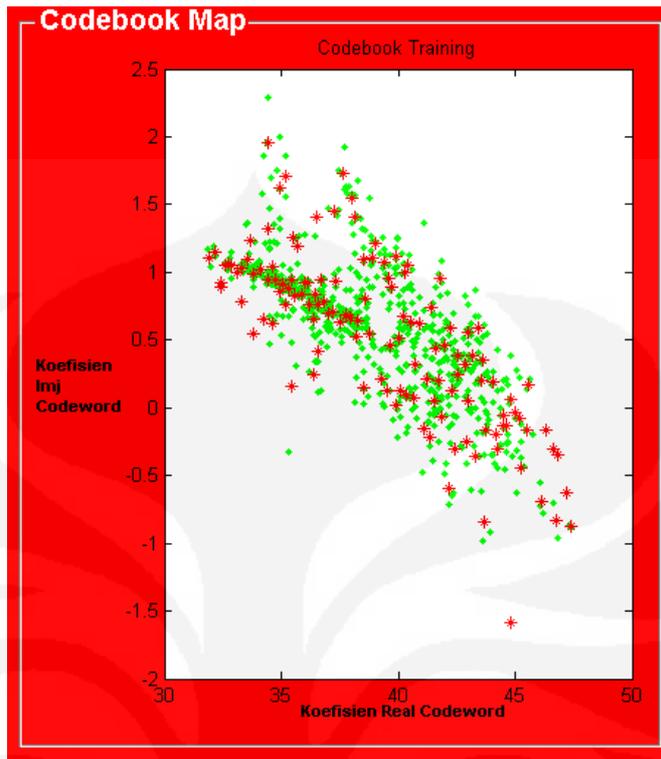
Semakin besar ukuran *codebook* maka besarnya tingkat akurasinya pun akan semakin tinggi, hal itu disebabkan karena jumlah *centroid* yang dihasilkan semakin banyak. Dengan semakin banyaknya *centroid* maka akan membuat proses vektor kuantisasi semakin teliti. Semakin besar *codebook* maka luas daerah *cluster* akan semakin kecil, hal disebabkan banyaknya *cluster* yang terbentuk sehingga *Vector quantization Distortion* semakin kecil. Untuk lebih jelas dari masing-masing ukuran *codebook* dapat dilihat pada Gambar 4.1 sampai Gambar 4.6. Pada Gambar 4.1 ukuran *codebook* 32 memiliki jumlah *codebook* sebanyak 32. Ada jarak antar *centroid* yang satu dengan yang lainnya jauh. Sedangkan pada Gambar 2.44 ukuran *codebook* 256, jarak antar *centroid* sangat rapat sekali sehingga menyebabkan *VQ distortion* ukuran *codebook* 256 lebih kecil dibandingkan dengan ukuran *codebook* 32



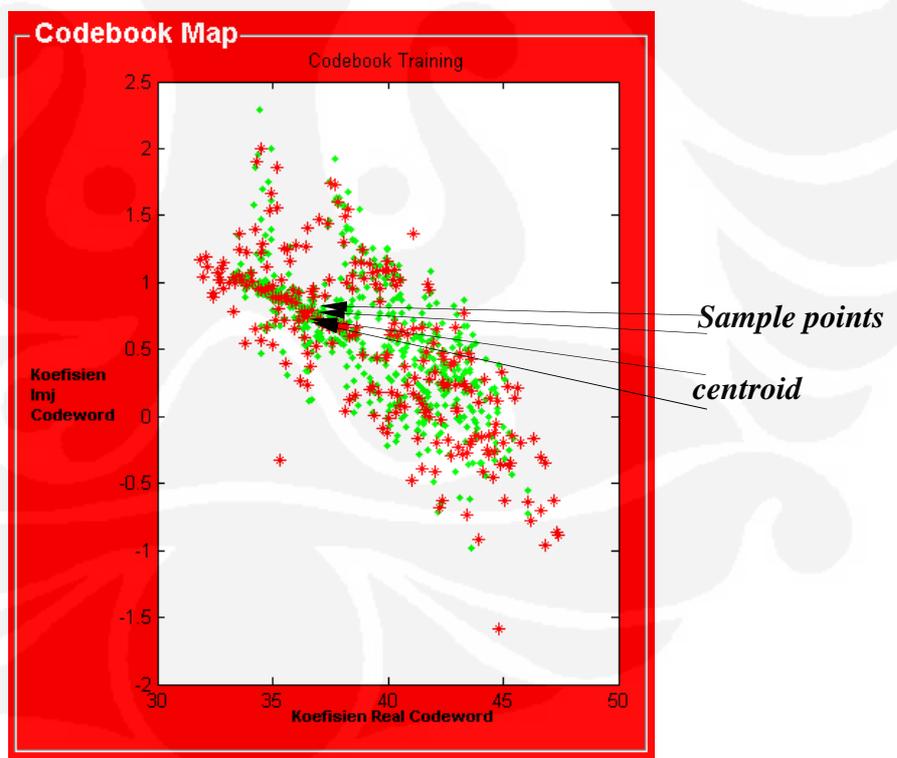
**Gambar 4.1** Ukuran *codebook* 32



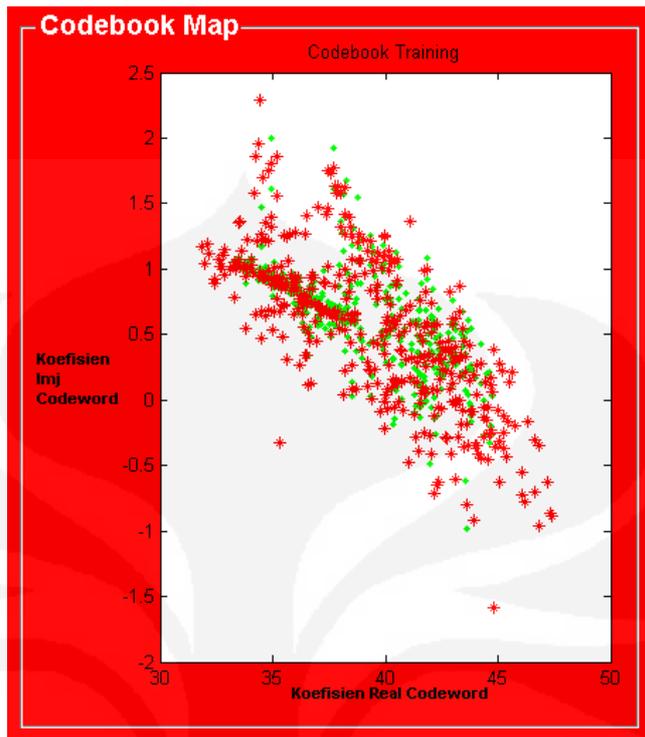
**Gambar 4.2** Ukuran *codebook* 64



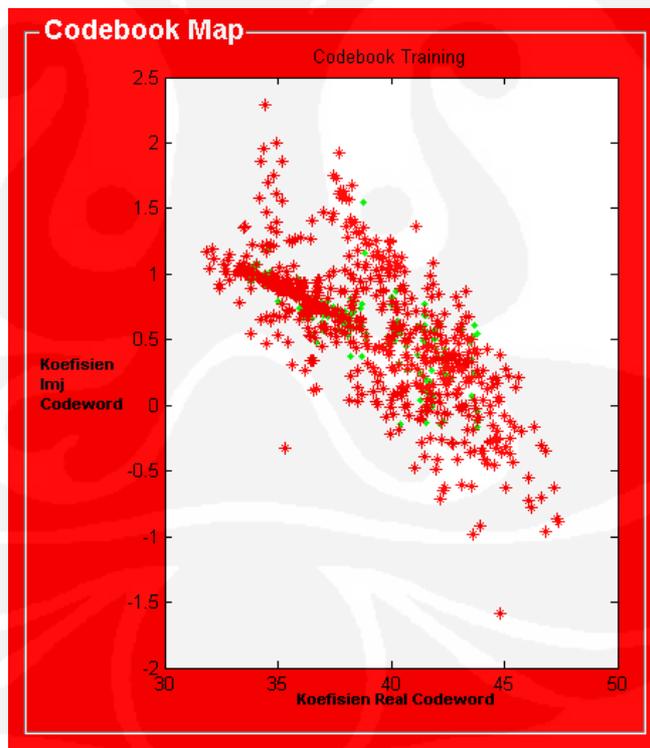
Gambar 4.3 Ukuran codebook 128



Gambar 4.4 ukuran codebook 256



**Gambar 4.5** ukuran *codebook* 512



**Gambar 4.6** ukuran *codebook* 1024

Pada penelitian ini berdasarkan data-data yang telah diuji coba, dari tiap label jenis larutan maka peningkatan ukuran *codebook* belum tentu meningkatkan tingkat akurasi. Ada label dari *absorbant* perubahan fase yang tingkat akurasinya tetap dan menurun ketika ukuran *codebook* semakin meningkat, kondisi tersebut dapat dilihat dari Tabel 4.15 sampai dengan Tabel 4.31. Pada Tabel 4.32 terlihat bahwa semakin tinggi ukuran *codebook* ada yang menyebabkan akurasi semakin turun, pada ukuran *codebook* 1024 dengan jumlah 5 dan 7 data *training* dalam label memiliki akurasi paling rendah. Hal ini disebabkan dalam ukuran *codebook* 1024 memiliki jarak antar *centroid* yang dekat sekali karena terlalu besarnya ukuran *codebook* untuk suatu *sample points*.

Menurunnya tingkat akurasi untuk tiap label disebabkan beberapa *absorbant* perubahan fase yang awal tidak teridentifikasi kemudian teridentifikasi oleh sistem. Salah satu contohnya baso\_formalin0,02% dengan jumlah 5 data *training* dari *codebook* 32 ke *codebook* 64 yang dapat dilihat hasilnya pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3. Penyebab kesalahan pengidentifikasian karena ketidakstabilan dari *absorbant* baso\_formalin0,02% sebab nilai *absorbant* dari masing-masing label memiliki karakteristik yang sangat mirip. Akibat ketidakstabilan ini akan membuat titik sample dari *absorbant* untuk baso\_formalin0,02% *VQ distortion* lebih dekat kepada *codeword* label lain. Pada Tabel 4.33 dapat dilihat nilai-nilai *LoP* dari tiap label untuk pengujian baso\_formalin0,02% dengan ukuran *codebook* 32 dan 64 dengan jumlah 5 data *training* dalam label. Untuk melihat urutan label dapat dilihat pada Tabel 4.1

**Tabel 4.33** Nilai *LoP* dari file baso\_formalin0,02% untuk ukuran *codebook* 32 dan 64 dengan jumlah 5 data *training* dalam label

<i>Label Log of Probability</i>	
<i>Codebook 32</i>	<i>Codebook 64</i>
7 -30.066968	2 -30.662367
2 -30.601276	13 -37.759473
18 -34.156973	9 -48.173176
4 -34.546643	5 -50.490406
8 -35.022541	6 -50.874348
3 -40.342521	18 -51.549076
9 -47.857503	8 -52.165013
5 -48.693025	15 -52.386852
6 -50.160093	4 -57.788391
14 -51.336633	3 -58.359705
1 -51.468342	16 -58.526551
16 -58.087968	1 -58.886963
17 -58.283439	17 -59.182157
13 -58.481208	7 -59.493523
15 -60.801529	11 -59.676636
10 -69.077553	10 -60.273238
11 -69.077553	12 -60.443862
12 -69.077553	14 -69.077553

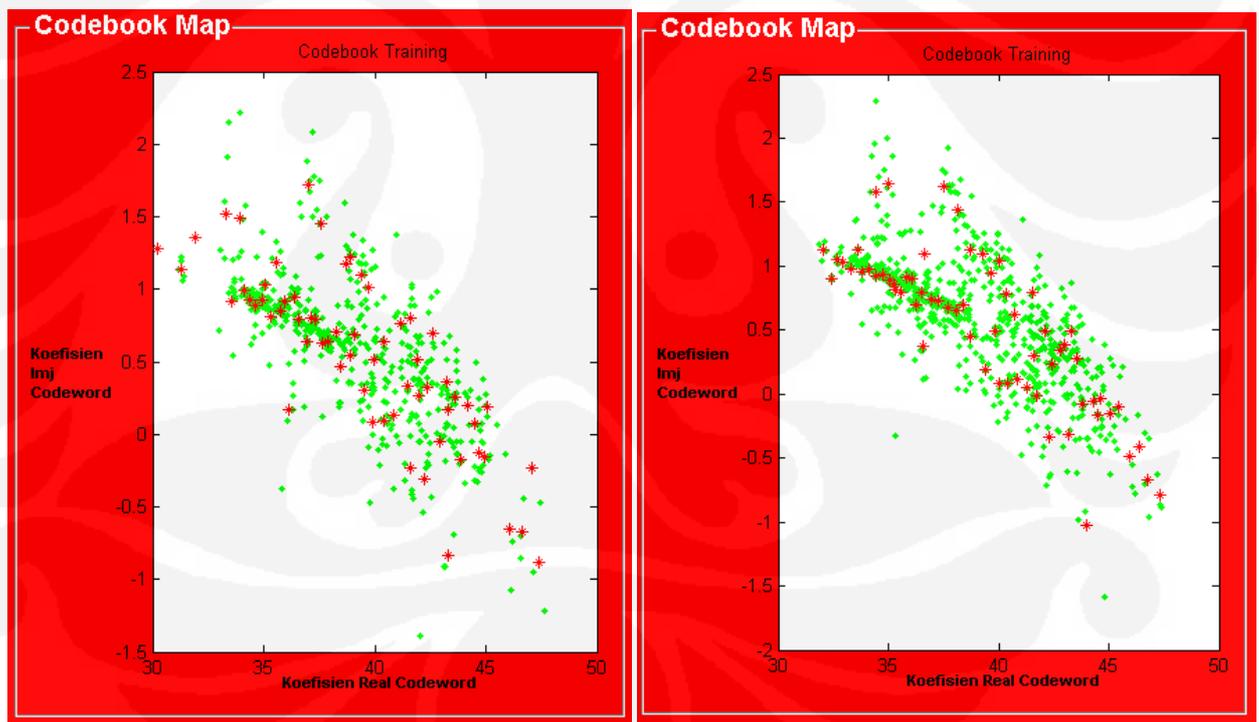
Dari nilai *LoP* diatas maka nilai *LoP* untuk label baso\_formalin0,02% dengan file baso\_formalin0,02%8 berubah dari -30.601276 untuk ukuran *codebook* 32 menjadi -30.662367 untuk ukuran *codebook* 64. Nilai *LoP* untuk label formalin0,02% pada ukuran *codebook* 32 yaitu -30.066968 lebih besar dibandingkan dengan baso\_formalin0,02% -30.601276. Hal ini menyebabkan sistem akan salah mengidentifikasi dan label yang diidentifikasi adalah label formalin 0,02%

#### 4.4.2. Pengaruh perubahan jumlah data *training* dalam label

Perubahan jumlah data *training* yang semakin banya dalam label akan membuat tingkat akurasi dari sistem pengidentifikasian *absorbant* semakin meningkat. Semakin banyak data *training* yang dimasukkan ke dalam *database* untuk masing-masing label, maka proses pengidentifikasian akan lebih mudah dengan banyak data *training* untuk masing-masing jenis larutan, variasi karekteristik label yang tersimpan dalam *database* pun akan semakin banyak. Sehingga karakteristik yang sebelumnya tidak ada pada saat proses

pembuatan *database* dengan jumlah data *training* lebih sedikit maka akan terpenuhi dengan jumlah data *training* yang lebih banyak.

Peningkatan jumlah data *training* jika dilihat pada Tabel 4.11 sampai Tabel 4.30 dari tiap label belum tentu meningkat tingkat akurasi, sama seperti peningkatan ukuran *codebook*. Berkurangnya tingkat akurasi pada tiap label dikarena beberapa nilai *absorbant* awalnya teridentifikasi kemudian tidak teridentifikasi oleh sistem. Penyebab salah identifikasi bisa terjadi karena penambahan jumlah data *training* pada saat pembuatan label *database*. Penambahan data *training* pada masing-masing label akan memiliki data baru terhadap keseluruhan nilai *absorbant* perubahan fase dengan jumlah data *training* yang berbeda. Karena *centroid* yang sangat rapat, kemungkinan beberapa *sample points* akan melakukan kesalahan pada saat mencari letak *centroid* yang terdekat. Perbedaan *codebook* 64 dengan jumlah 5 data *training* dan jumlah 5 data *training* dapat dilihat pada Gambar 4.6



(a) 5 data *training*

(b) 7 data *training*

**Gambar 4.6.** Codebook 64 dengan (a) jumlah 5 data *training* dan (b) jumlah 7 data *training*

Pada uji coba *file* tahu\_formalin0,02% lebih mengarah ke label yang berbeda dikarena ada penambahan data baru pada proses labeling sehingga

identifikasi akan mengarah ke label lain. Pada Tabel 4.34 nilai-nilai *LoP* dari tiap label untuk *file* tahu\_formalin0,02%9 dengan ukuran *codebook* yang sama. Dari nilai *LoP* dibawah, untuk label tahu\_formalin0,02% dengan *file* yang sama berubah dari -30.253014 untuk jumlah 5 data *training* menjadi -29.124180 untuk jumlah 7 data *training*. Nilai *LoP* untuk label formalin0,02% untuk jumlah 7 data *training* -26.865962. Sehingga sistem ini akan salah mengidentifikasi dan label yang diidentifikasi adalah label formalin 0,02%

**Tabel 4.34.** Nilai *LoP* dari *file* tahu\_formalin0,02%9 untuk ukuran *codebook* 64 dengan jumlah 5 data *training* dan jumlah 7 data *training*

<i>Label Log of Probability</i>			
<i>5 data training</i>		<i>7 data training</i>	
15	-30.253014	7	-26.865962
6	-41.682279	15	-29.124180
7	-42.495538	18	-44.793435
17	-45.214930	2	-49.941682
18	-45.568577	6	-51.523135
14	-49.953971	14	-51.621541
2	-50.476384	17	-54.958019
3	-57.546633	13	-58.818627
13	-58.886963	8	-60.771555
9	-58.887066	10	-60.926391
5	-59.027623	11	-61.032488
16	-59.126228	4	-61.560095
10	-59.580091	5	-69.077553
1	-59.580111	9	-69.077553
11	-59.957514	16	-69.077553
12	-60.638514	1	-69.077553
4	-69.077553	3	-69.077553
8	-69.077553	12	-69.077553

## BAB V

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji coba dan analisa yang telah dilakukan , maka penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Secara keseluruhan sistem, tingkat akurasi yang dicapai antara 61% sampai 87%
2. Semakin besar ukuran *codebook* maka tingkat akurasi yang dicapai dapat semakin tinggi dapat dilihat pada jumlah 5 data training dari *codebook* 32 sampai 256 akurasi persentasi naik dari 68.51% sampai 74.07% dan pada ukuran *codebook* 512 turun akurasinya menjadi 62.96%
3. Jumlah data *training* yang semakin banyak dalam label akan membuat tingkat akurasi dari sistem pengidentifikasian semakin meningkat, dapat dilihat pada ukuran *codebook* 64 dengan jumlah 5 data *training* didapat akurasi sebesar 70.37% dan meningkat akurasinya sebesar 87.03% pada jumlah 7 data *training*. Tetapi semakin banyak jumlah data *training* dalam label membuat akurasi juga semakin menurun, dapat dilihat pada ukuran *codebook* 1024 dengan jumlah 5 data *training* didapat akurasi 62.96% dan menurun akurasinya menjadi 61.11% pada jumlah 7 data training.
4. Pada penelitian ini, hasil akurasi yang paling tinggi sebesar 87,03% untuk ukuran *codebook* 64 dengan jumlah 7 data training, sedangkan hasil akurasi yang paling rendah sebesar 61,11% untuk ukuran *codebook* 64 dengan jumlah 7 data training

## DAFTAR ACUAN

- [1]. Marliana, Herci. "Optimasi pereaksi schryver menjadi kertas indikator untuk identifikasi formalin dalam sample tahu". Skripsi, Departemen Farmasi FMIP UI, Depok, 2008.
- [2]. Purwanti, R. dan D. Widowati."Deteksi Formalin dan Penentuan Total Angka Kuman pada Tahu yang Dijual di Pasar Kartasura". *Pharmakon Pharmaceutical Journal of Indonesia* 4(2): 96-99. 2003.
- [3] Harsono, Fransiskus Devy."Pemilihan Metode Analisis Formalin Berdasarkan Reaksi Warna Dan Spektrofotometri Uv-Vis dan Penerapannya Dalam Sampel Tahu". Skripsi Departemen Farmasi FMIPA UI. Depok, 2007.
- [4] "Ancaman Formalin di Makanan kita." diakses pada tanggal 19 Januari 2010, pukul 21:08:11 WIB dari <http://www.cybermq.com/pustaka/detail/opini/505/www.aktivsidbs.com/?id=handry>.
- [5] Angelia, Polandia. "Optimasi Pereaksi Schryver Menggunakan Media Kertas Dan Tisu Basah Untuk Identifikasi Formalin Dalam Sampel Makanan". Skripsi. Departemen Farmasi FMIPA UI, Depok, 2009.
- [6] "Spektrofotometri." Diakses pada tanggal 23 Januari, 2010, 5:38:59 WIB dari [http://www.chem-is-try.org/artikel\\_kimia/kimia\\_analisis/spektrofotometri/](http://www.chem-is-try.org/artikel_kimia/kimia_analisis/spektrofotometri/)
- [7] "Model Markov Tersembunyi." diakses tanggal 13 Februari, 2010, pukul 6:28:29 WIB dari [http://id.wikipedia.org/wiki/Model\\_Markov\\_tersembunyi](http://id.wikipedia.org/wiki/Model_Markov_tersembunyi)
- [8] "Digital Signal Processing in Life." diakses tanggal 11 April 11, 2010, 13:47:14 dari <http://www.dspguide.com/CH1.PDF>
- [9] "Pengolahan Sinyal Digital." diakses tanggal 18 April 18, 2010, 20:36:20 dari <http://kuliah.nasrul.web.id/arsip/Semester%20IV/DSP/MATERI/Bab%20II%20Tinjauan%20Pustaka.doc>
- [10] "Materikuliah1." diakses tanggal 19 April, 2010,pukul 7:43:27 WIB dari <http://www.scribd.com/doc/21652318/materikuliah1>

- [11] Hartaman, Muhammad Rizky. "Rancang Bangun Sistem Pengenalan Penyakit Jantung dengan Metode Hidden Markov Model" Skripsi, Program Sarjana Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok, 2009.
- [12] Mustofa, Ali. "Sistem Pengenalan Penutur dengan Metode Mel-frequency Wrapping". Jurnal ,Jurusan Teknik Elektro, Universitas Brawijaya, Malang, 2007.
- [13] "BAB 5 Discrete Fourier Transform dan FFT." Diakses pada tanggal 13 Mei , 2010, pukul 11:48:24 WIB dari <http://ridha.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/3815/el302-05.pdf>
- [14] Alfarisi, Lutfie Salman, "Speech Recognition dengan Hidden Markov Model Menggunakan DSP Starter Kit TMS320C6713 "Skripsi, Program Sarjana Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2006.
- [15] "Vector quantization." Diakses pada tanggal 7 Mei 2010, :11:25 WIB dari [http://en.wikipedia.org/wiki/Vector\\_quantization](http://en.wikipedia.org/wiki/Vector_quantization)
- [16] Z, Ajub Ajulian., Hidayatno, Achmad., Saksono, Muhammad Widyanto Tri., *Aplikasi Pengenalan Ucapan Sebagai Pengatur Mobildengan Pengendali Jarak Jauh* Jurnal Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Jilid 10, Nomor 1, Maret 2008, hlm 21-26
- [17] "Model Markov tersembunyi", diakses tanggal 13 Februari, 2010, pukul 6:28:29 WIB dari [http://id.wikipedia.org/wiki/Model\\_Markov\\_tersembunyi](http://id.wikipedia.org/wiki/Model_Markov_tersembunyi)
- [18] "Bab 1 Pengenalan Intelegensi Buatan", diakses tanggal 30 Mei, 2010, 20:15:31 WIB dari [http://202.91.15.14/upload/files/9957\\_BAB\\_satu.pdf](http://202.91.15.14/upload/files/9957_BAB_satu.pdf)
- [19] Spektrofotometri, diakses tanggal 23 Januari 2010 pukul 05:38:58 dari [http://www.chem-is-try.org/artikel\\_kimia/kimia\\_analisis/spektrofotometri/](http://www.chem-is-try.org/artikel_kimia/kimia_analisis/spektrofotometri/)
- [20] Wiranto , Taufan Adhitya, "Rancang Bangun Pendeteksi Kadar Melamin Dari Bahan Makanan Dengan Teknik Spektral". Skripsi Fakultas Teknik Universitas Indonesia Depok, 2009
- [21] Formaldehida, diakses tanggal 7 Januar 2010, 9:06:00 WIB dari <http://id.wikipedia.org/wiki/Formaldehida>

## DAFTAR PUSTAKA

Diponegoro, Arman Djohan. “Analisis penentuan jenis kawanan ikan berdasarkan deteksi fasa pantulan gelombang akustik dan penerapan Hidden Markov Model”. 2006. Disertasi, Program Pascasarjana Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2006.

Alfarisi, Lutfie Salman. “*Speech Recognition* dengan *Hidden Markov Model* menggunakan DSP Starter Kit TMS320C6713”. Skripsi, Program Sarjana Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok, 2007.

Harsono, Fransiskus Devy.”Pemilihan Metode Analisis Formalin Berdasarkan Reaksi Warna Dan Spektrofotometri Uv-Vis dan Penerapannya Dalam Sampel Tahu”. Skripsi Departemen Farmasi FMIPA UI. Depok, 2007.

Hartaman, Muhammad Rizky.”Rancang Bangun Sistem Pengenalan Penyakit Jantung dengan Metode Hidden Markov Model” Skripsi, Program Sarjana Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok, 2009.