



**PENURUNAN KADAR FORMALIN PADA TAHU DENGAN  
PERENDAMAN DALAM AIR HANGAT**

**SKRIPSI**

**Oleh**

**Fiona Ayu Sarwendra  
112110101113**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**



**PENURUNAN KADAR FORMALIN PADA TAHU DENGAN  
PERENDAMAN DALAM AIR HANGAT**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat  
dan mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

**Oleh**

**Fiona Ayu Sarwendra  
112110101113**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji dan syukur atas karunia dan nikmat yang telah diberikan Allah SWT sehingga begitu banyak kemudahan yang dirasakan dalam menyelesaikan skripsi ini. Bismillahirrahmanirrahim, skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Orang tua saya, Didik Sudibyo dan Chandra Harilianti. Terima kasih atas pengorbanan, jerih payah, dan curahan kasih sayang serta lantunan doa yang senantiasa mengalir hingga hari ini;
2. Kakak dan adik, Chintia Rhamandica dan Bima Prasetya yang telah menghadirkan senyum, semangat, suka dan duka;
3. Adhi Suryo Nugroho, terimakasih untuk motivasi, doa, dan semangatnya;
4. Bapak dan Ibu Guru yang telah berjasa dalam membimbing, menasehati, dan tak henti-hentinya mencurahkan ilmunya yang berharga dengan penuh kesabaran, baik dalam pendidikan formal maupun non formal;
5. Almamater Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember yang saya banggakan.

**MOTTO**

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari satu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap

*(Terjemahan Surat Al-Insyiroh : 5-7) \*)*



---

\*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2007. *Al-Hikmah Al Qur'an dan Terjemahnya*. Bandung: Diponegoro

**HALAMAN PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fiona Ayu Sarwendra

NIM : 112110101113

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Penurunan Kadar Formalin pada Tahu dengan Perendaman dalam Air Hangat* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 26 Mei 2015

Yang menyatakan,

Fiona Ayu Sarwendra

NIM. 112110101113

**HALAMAN PEMBIMBINGAN**

**SKRIPSI**

**PENURUNAN KADAR FORMALIN PADA TAHU DENGAN  
PERENDAMAN DALAM AIR HANGAT**

Oleh

Fiona Ayu Sarwendra  
112110101113

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes.

Dosen Pembimbing Anggota : Prehatin Trirahayu Ningrum, S.KM., M.Kes.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul *Penurunan Kadar Formalin pada Tahu dengan Perendaman dalam Air Hangat* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 26 Mei 2015

Tempat : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Sulistiyani, S.KM., M.Kes.  
NIP. 19760615 200212 2 002

Prehatin Trirahayu Ningrum, S.KM., M.Kes.  
NIP. 19850515 201012 2 003

Anggota I,

Anggota II,

Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes.  
NIP. 19750914 200812 1 002

Erwan Widiyatmoko, S.T.  
19780205 200012 1 003

Mengesahkan  
Dekan,

Drs. Husni Abdul Gani, M.S.  
NIP 19560810 198303 1 003



## RINGKASAN

**Penurunan Kadar Formalin pada Tahu dengan Perendaman dalam Air Hangat;** Fiona Ayu Sarwendra; 112110101113; 2015; 72 halaman; Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat

Pangan merupakan kebutuhan pokok yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Sesuai dengan kemajuan teknologi maka manusia terus melakukan perubahan dalam pengolahan makanan salah satunya adalah dengan penambahan Bahan Tambahan Pangan (BTP). Salah satu BTP yang diizinkan digunakan pada makanan menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI nomor 33 tahun 2012 adalah bahan pengawet, dimana bahan pengawet ini dapat diartikan sebagai bahan tambahan makanan yang dapat mencegah atau menghambat fermentasi, pengasaman atau peruraian lain pada makanan yang disebabkan oleh pertumbuhan mikroba. Pada kenyataannya sering terjadi penyalahgunaan BTP di masyarakat, contohnya formalin. Formalin merupakan bahan beracun dan berbahaya bagi kesehatan manusia. Jika kandungan formalin dalam tubuh tinggi, akan bereaksi secara kimia dengan hampir semua zat di dalam sel sehingga menekan fungsi sel dan menyebabkan kematian. Perendaman menggunakan air mampu mereduksi kadar formalin. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penurunan kadar formalin pada tahu dengan perendaman dalam air hangat pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit, 30 menit, dan 45 menit.

Desain penelitian ini adalah *True Experimental Design* dengan bentuk *Posttest Only Control Group Design* dan menggunakan Rancangan Acak Lengkap. Pada penelitian ini dibagi menjadi empat kelompok, yaitu satu kelompok kontrol (K) dan tiga kelompok perlakuan (X1, X2, dan X3). Kelompok kontrol (K) adalah tahu berformalin yang dicelupkan dengan air biasa selama 2 detik. Kelompok perlakuan pertama (X1) adalah tahu berformalin yang direndam dalam air dengan suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit, kelompok perlakuan kedua (X2) adalah tahu berformalin yang direndam dalam air dengan suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit, dan kelompok perlakuan ketiga (X3) adalah tahu berformalin



yang direndam dalam air dengan suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 45 menit. Setelah diberi perlakuan maka di uji laboratorium untuk mengetahui kadar formalin tahu pada masing – masing perlakuan. Analisis data menggunakan uji hipotesis. Uji hipotesis dilakukan untuk melihat penurunan kadar formalin antara tahu tanpa melalui proses perendaman dengan tahu yang direndam dalam air pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit, 30 menit, dan 45 menit yang dilakukan secara statistik dengan menggunakan uji One Way Anova dengan  $\alpha = 0,05$ .

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa terdapat penurunan kadar formalin pada tahu dengan perendaman dalam air hangat selama 15 menit, 30 menit, dan 45 menit berturut - turut adalah 16,89%; 37,08% dan 69,13% dengan nilai signifikansi p 0,000. Artinya, dengan nilai probabilitas lebih kecil daripada 0,05 maka dapat disimpulkan terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dengan kelompok X1, X2, X3; kelompok X1 dengan kelompok kontrol, X2, X3; kelompok X2 dengan kelompok kontrol, X1, X3; dan kelompok X3 dengan kelompok kontrol, X1, X2. Penurunan kadar formalin tertinggi terdapat pada menit ke 45 yaitu 69,13%.

Perendaman menggunakan air mampu mereduksi kadar formalin. Penurunan kadar formalin pada perlakuan dengan kombinasi suhu hangat dan air sebagai media penghantar panas disebabkan karena sifat formalin yang larut dalam air. Senyawa formalin memiliki gugus  $\text{CH}_2\text{O}$  yang mudah mengikat air dan gugus aldehid yang mudah mengikat protein. Formalin mudah mengikat air menyebabkan terjadinya reaksi hidrolisis, dimana energi atau panas di butuhkan agar reaksi hidrolisis berlangsung. Maka formalin dalam tahu akan berikatan dengan air hangat yang menyebabkan kadar formalin pada tahu menjadi berkurang.

Mengingat adanya fenomena kecenderungan para produsen maupun pedagang makanan menggunakan formalin sebagai pengawet makanan salah satunya adalah tahu, maka perendaman dengan air hangat dapat dijadikan alternatif untuk mengurangi kadar formalin pada tahu sebelum diolah menjadi makanan lebih lanjut.

**SUMMARY**

***Decrease in Formaldehyde Levels in Tofu by Immersion in Warm Water;*** Fiona Ayu Sarwendra; 112110101113; 72 pages; Department of Environmental Health and Occupational Safety Health, Faculty of Public Health

*Food is a basic need that is very important in human life. In accordance with the advancement of technology, humans continue to make changes in the food processing, one of which is by adding Food Additives. One of food additives allowed for use in food according to Indonesian Minister of Health Regulation number 33 of 2012 is a preservative, which can be defined as a food additive that can prevent or inhibit fermentation, acidification or other decomposition in food caused by microbial growth. In fact, the use of food additives is frequently abused in society, for example formaldehyde. Formalin is toxic and harmful to human health. The high formaldehyde content in the body will react chemically with almost all the substances in the cells which suppress cell function and cause death. Water immersion can reduce formaldehyde levels. This research aimed to analyze the decreased levels of formaldehyde in tofu by immersion in warm water at  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  for 15 minutes, 30 minutes, and 45 minutes.*

*The research design is True Experimental Design with Posttest Only Control Group Design and used CRD (Completely Randomized Design). The experimental groups were divided into four: one control group (K) and three treatment groups (X1, X2, and X3). The control group (K) was tofu containing formalin dipped in fresh water for 2 seconds. The first treatment group (X1) was tofu containing formalin soaked in water with a temperature of  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  for 15 minutes; the second treatment group (X2) was tofu containing formalin soaked in water with a temperature of  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  for 30 minutes; and the third treatment group (X3) was tofu containing formalin soaked in water with a temperature of  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  for 45 minutes. After treatment, a laboratory test was undertaken to determine the levels of formaldehyde in tofu for each treatment. Data analysis used hypothesis testing. Hypothesis testing was carried out to see the decrease in*

*levels of formaldehyde between tofu without going through the process of soaking and tofu soaked in water at a temperature of  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  for 15 minutes, 30 minutes, and 45 minutes performed statistically using One Way Anova with  $\alpha = 0.05$ .*

*Based on the research, it was found that there was a decrease in the levels of formaldehyde in tofu by soaking in warm water for 15 minutes, 30 minutes and 45 minutes respectively by 16.89%; 37.08% and 69.13% with a significance p value of 0.000. This means that with a probability value of less than 0.05, it can be concluded that there is a significant difference between the control group and groups X1, X2, X3; group X1 and control groups X2, X3; group X2 and the control groups X1, X3; and group X3 and the control groups X1, X2. The highest decrease level of formaldehyde was at the 45th minute, that is, 69.13%.*

*Immersion using water can reduce formaldehyde levels. Decrease in levels of formaldehyde in the treatment with a combination of warm temperatures and water as the media of heat transfer is because of the formaldehyde property of solubleness in water. Formaldehyde compounds have group  $\text{CH}_2\text{O}$  that easily binds water and aldehyde group which easily binds protein. The ease of binding water causes hydrolysis reaction, where energy or heat is needed in order that the hydrolysis reaction takes place. Thus, formalin in tofu will be bound with warm water which causes the reduction in the levels of formaldehyde in tofu.*

*Considering that food producers or traders tend to use formaldehyde as a preservative in foods, one of which is tofu, then the immersion in warm water can be used as an alternative to reduce the levels of formaldehyde in tofu before further processing into food. In addition, it is important to conduct further research on the use of natural materials for reducing formaldehyde and the use of natural food additives as food preservatives.*

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat terselesaikannya skripsi dengan judul *Penurunan Kadar Formalin Pada Tahu Dengan Perendaman Dalam Air Hangat*, sebagai salah satu persyaratan akademis dalam rangka menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Pada kesempatan ini kami menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada **Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes.** selaku dosen pembimbing utama (DPU) dan Ibu **Prehatin Trirahayu Ningrum, S.KM., M.Kes.** selaku dosen pembimbing anggota (DPA) yang telah memberikan petunjuk, koreksi serta saran hingga terwujudnya skripsi ini. Terimakasih dan penghargaan penulis sampaikan pula kepada:

1. Drs. Husni Abdul Gani, MS. selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
2. Anita Dewi PS, S.KM, M.Sc selaku Ketua Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
3. Bapak Erwan Widiyatmoko, S.T., selaku Kepala Unit Pelaksana Teknis Laboratorium Kesehatan Daerah, Kabupaten Jember;
4. Laboratorium Analisa Pangan Politeknik Negeri Jember yang telah membantu dan bekerjasama demi terselesainya penelitian ini;
5. Ayahanda Didik Sudiby, Ibunda Chandra Harilianti serta kakak dan adik. Terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala doa, kasih sayang, perhatian serta dukungan selama ini;
6. Adhi Suryo Nugroho yang tiada hentinya memberikan kasih sayang, motivasi, dan semangat;
7. Sahabatku Yevi Dwi Y, Hanifah Nurnawati, Andila R, dan Anita;



8. Teman-teman seperjuangan peminatan Kesling 2011 Imroatus Su'udiyah, Novita, Cerfi, Roida, Ajeng, Shelly, Rina, Enny, Ella, Devi P, Didik, Ferdian, dan mas Wahyu P;
9. Teman-teman angkatan 2011, beserta kerabat dan keluarga besar Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
10. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Skripsi ini telah penulis susun dengan optimal, namun tidak menutup kemungkinan adanya kekurangan, oleh karena itu kami dengan tangan terbuka menerima masukan yang membangun. Semoga tulisan ini berguna bagi semua pihak yang memanfaatkannya.

Jember, Mei 2015

Penulis

DAFTAR ISI

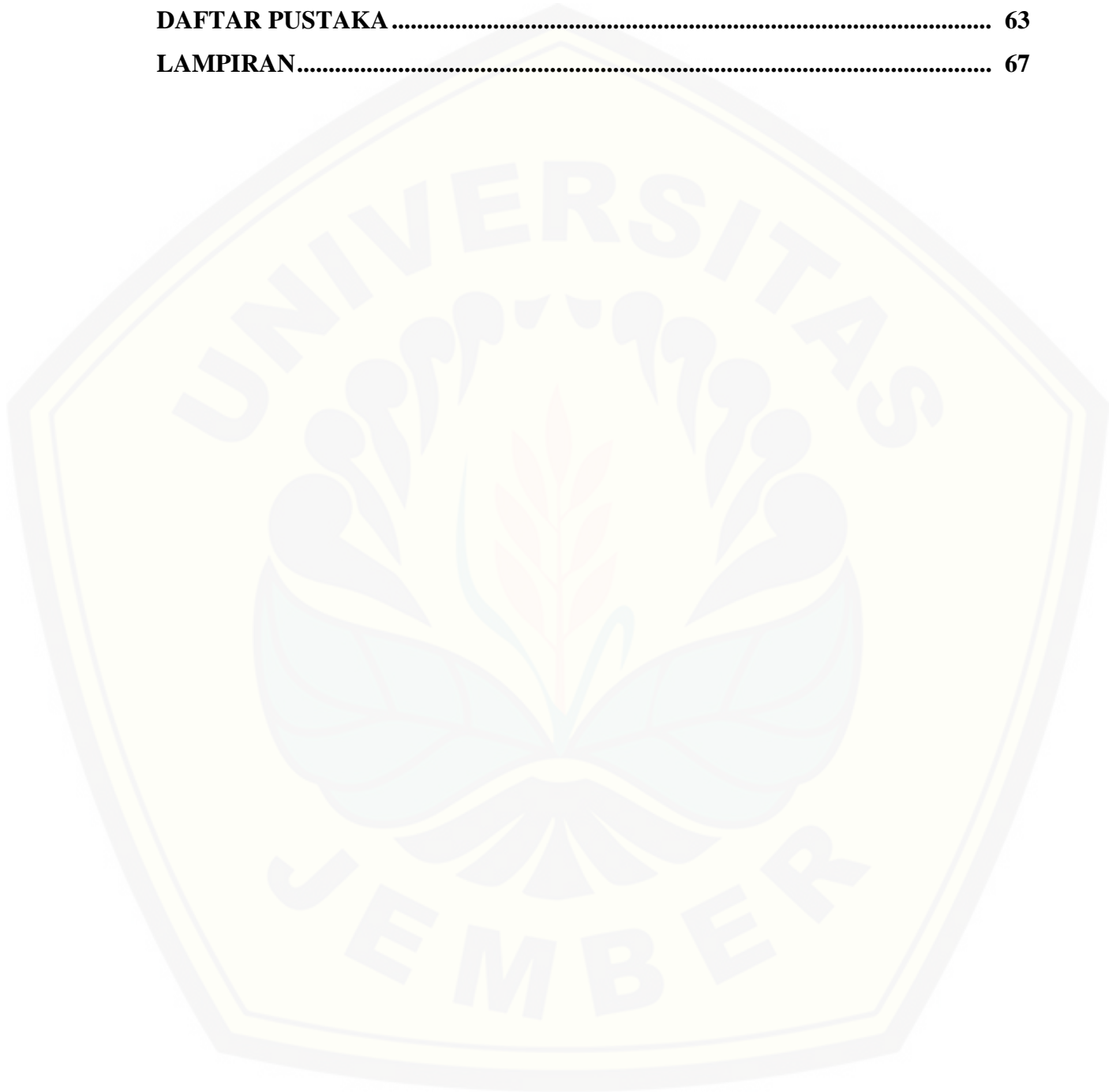
	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>ix</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	<b>xix</b>
<b>DAFTAR ARTI LAMBANG</b> .....	<b>xx</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3 Tujuan</b> .....	<b>5</b>
1.3.1 Tujuan Umum .....	<b>5</b>
1.3.2 Tujuan Khusus .....	<b>5</b>
<b>1.4 Manfaat</b> .....	<b>5</b>
1.4.1 Manfaat Teoritis .....	<b>5</b>
1.4.2 Manfaat Praktis .....	<b>6</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1 Bahan Tambahan Pangan</b> .....	<b>7</b>
2.1.1. Pengertian Bahan Tambahan Pangan .....	<b>7</b>
2.1.2. Tujuan Bahan Tambahan Pangan .....	<b>8</b>



2.1.3. Batasan Bahan Tambahan Pangan .....	9
2.1.4. Bahan Makanan yang Diizinkan dan Dilarang dalam Makanan .....	10
<b>2.2 Bahan Pengawet .....</b>	<b>12</b>
2.2.1. Pengertian Bahan Pengawet.....	12
2.2.2. Teknik Penambahan Bahan Pengawet.....	12
2.2.3. Pengaruh Aktivitas Mikroba terhadap Bahan Pengawet .....	13
2.2.4. Mekanisme Bahan Pengawet sebagai Anti – Mikroba .....	14
<b>2.3 Formalin.....</b>	<b>15</b>
2.3.1. Pengertian Formalin.....	15
2.3.2. Sifat Formalin .....	15
2.3.3. Kegunaan Formalin.....	16
2.3.4. Dampak Formalin Terhadap Kesehatan .....	16
2.3.5. Toksisitas Formalin.....	18
<b>2.4 Tahu .....</b>	<b>19</b>
2.4.1. Jenis – jenis Tahu.....	19
2.4.2. Kandungan Gizi Tahu .....	21
2.4.3. Faktor Penentu Daya Tahan Tahu.....	22
2.4.4. Syarat Mutu Tahu.....	22
<b>2.5 Mekanisme Penurunan Kadar Formalin Pada Tahu.....</b>	<b>23</b>
<b>2.6 Kerangka Teori .....</b>	<b>25</b>
<b>2.7 Kerangka Konseptual .....</b>	<b>26</b>
<b>2.8 Hipotesis Penelitian .....</b>	<b>27</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1 Jenis Penelitian .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>31</b>
3.2.1. Tempat Penelitian .....	31
3.2.2. Waktu Penelitian.....	31
<b>3.3 Unit Sampel dan Replikasi Penelitian.....</b>	<b>31</b>
3.3.1 Sampel.....	31
3.3.2 Replikasi.....	31

<b>3.4 Variabel dan Definisi Operasional .....</b>	<b>32</b>
3.4.1. Variabel Penelitian .....	32
3.4.2. Definisi Operasional.....	33
<b>3.5 Data dan Sumber Data .....</b>	<b>34</b>
3.5.1. Data Primer .....	34
3.5.2. Data Sekunder .....	34
<b>3.6 Alat dan Bahan Penelitian .....</b>	<b>34</b>
<b>3.7 Prosedur Penelitian .....</b>	<b>35</b>
3.7.1 Alur Prosedur Penelitian .....	37
<b>3.8 Teknik Penyajian dan Analisis Data .....</b>	<b>38</b>
<b>3.9 Kerangka Alur Penelitian .....</b>	<b>39</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>40</b>
<b>4.1 Analisis Kadar Formalin pada Tahu Sebelum Direndam dalam Air pada Suhu <math>40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}</math> .....</b>	<b>40</b>
<b>4.2 Analisis Kadar Formalin pada Tahu dengan Perendaman dalam Air pada Suhu <math>40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}</math> Selama 15 Menit .....</b>	<b>42</b>
<b>4.3 Analisis Kadar Formalin pada Tahu dengan Perendaman dalam Air pada Suhu <math>40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}</math> Selama 30 Menit .....</b>	<b>44</b>
<b>4.4 Analisis Kadar Formalin pada Tahu dengan Perendaman dalam Air pada Suhu <math>40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}</math> Selama 45 Menit .....</b>	<b>46</b>
<b>4.5 Analisis Perbedaan Penurunan Kadar Formalin pada Tahu Sebelum Direndam dengan Setelah Perendaman dalam Air Pada Suhu <math>40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}</math> Selama 15 Menit, 30 Menit, Dan 45 Menit .....</b>	<b>49</b>
4.5.1. Perbedaan Kelompok Kontrol dengan Kelompok X1, X2, dan X3 .....	52
4.5.2. Perbedaan Kelompok X1 dengan Kelompok Kontrol, X2, dan X3 .....	53
4.5.3. Perbedaan Kelompok X2 dengan Kelompok Kontrol, X1, dan X3 .....	54
4.5.4. Perbedaan Kelompok X3 dengan Kelompok Kontrol, X1, dan X2 .....	56

<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>61</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>61</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>62</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>63</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>67</b>



**DAFTAR TABEL**

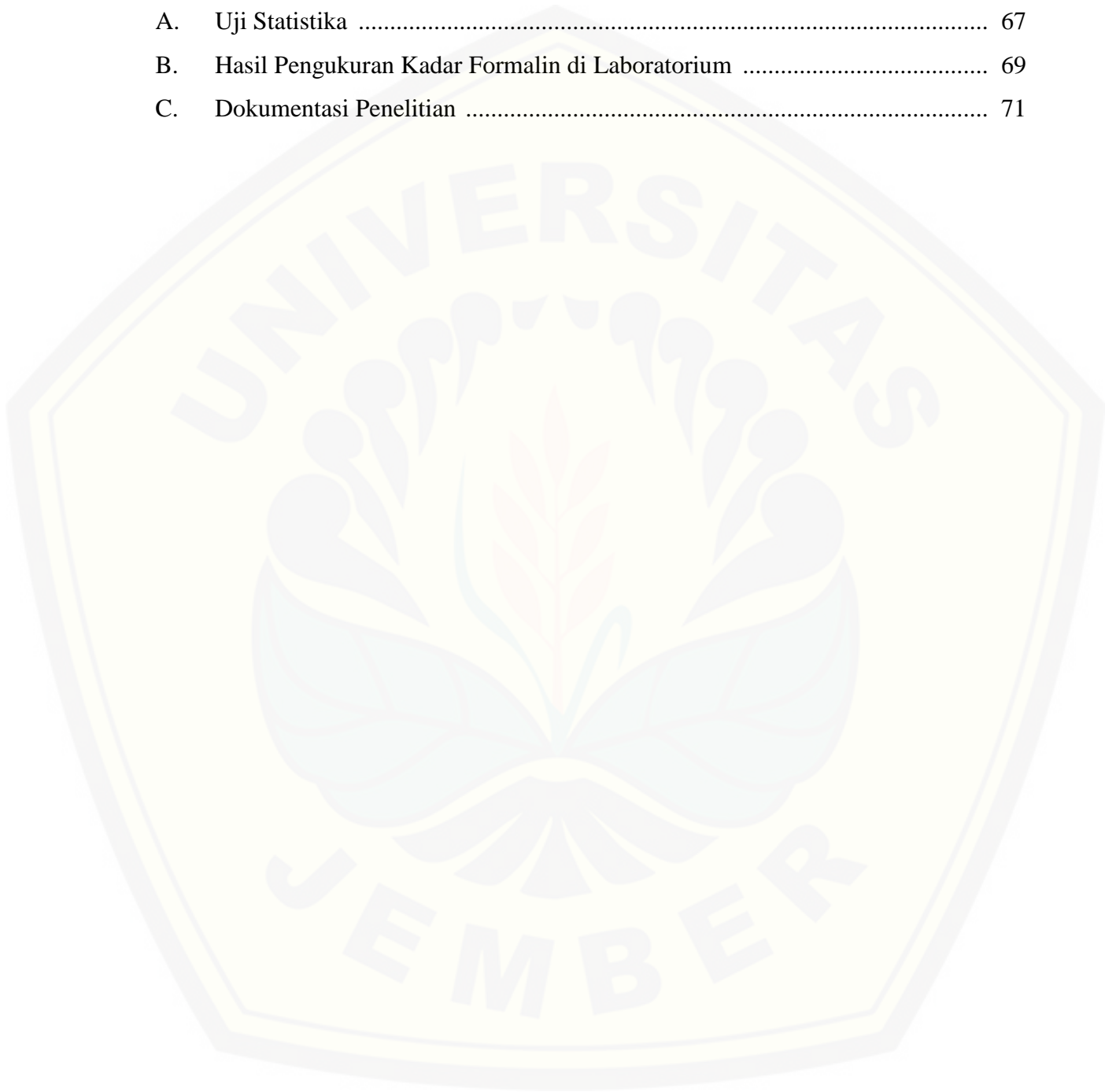
	<b>Halaman</b>
2.1 Komposisi zat gizi tahu per 100 gram berat badan .....	21
2.2 Syarat mutu tahu berdasarkan SNI 01-3142-1998.....	22
3.1 Variabel dan Definisi Operasional.....	33
4.1 Rata - rata Penurunan Kadar Formalin pada Tiap Kelompok Penelitian .....	48
4.2 Tingkat Perbedaan Kadar Formalin pada Kelompok Kontrol .....	52
4.3 Tingkat Perbedaan Kadar Formalin pada Kelompok X1 .....	53
4.4 Tingkat Perbedaan Kadar Formalin pada Kelompok X2 .....	54
4.5 Tingkat Perbedaan Kadar Formalin pada Kelompok X3 .....	56

**DAFTAR GAMBAR**

	<b>Halaman</b>
2.1 Struktur Formalin .....	15
2.2 Reaksi antara protein dan formalin membentuk senyawa methylene .....	23
2.3 Reaksi senyawa methylene kembali menjadi formalin dan protein .....	24
2.4 Kerangka Teori.....	25
2.5 Kerangka Konseptual .....	26
3.1 Rancangan Penelitian .....	29
3.2 Ilustrasi Perendaman Tahu Dalam Air Pada Suhu $40^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ .....	35
3.3 Kerangka Alur Prosedur Penelitian.....	37
3.4 Kerangka Alur Penelitian.....	39
4.1 Kadar Formalin Pada Kelompok Kontrol Sebelum Tahu Direndam Dalam Air Hangat .....	40
4.2 Kadar Formalin Pada Kelompok Perlakuan Dengan Perendaman Tahu Dalam Air Hangat Selama 15 Menit .....	42
4.3 Kadar Formalin Pada Kelompok Perlakuan Dengan Perendaman Tahu Dalam Air Hangat Selama 30 Menit .....	44
4.4 Kadar Formalin Pada Kelompok Perlakuan Dengan Perendaman Tahu Dalam Air Hangat Selama 45 Menit .....	47
4.5 Penurunan Kadar Formalin Pada Tahu Dengan Perendaman Dalam Air Hangat Selama 15 Menit, 30 Menit, dan 45 Menit.....	50
4.6 Reaksi Antara Protein Dan Formalin Membentuk Senyawa Methylene.....	58
4.7 Reaksi Senyawa Methylene Kembali Menjadi Formalin Dan Methylene .....	59

**DAFTAR LAMPIRAN**

	<b>Halaman</b>
A. Uji Statistika .....	67
B. Hasil Pengukuran Kadar Formalin di Laboratorium .....	69
C. Dokumentasi Penelitian .....	71





**DAFTAR SINGKATAN**

ADI	: <i>Acceptable Daily Intake</i>
BPOM	: Badan Pengawas Obat dan Makanan
BPM	: Batas Pengguna Maksimum
BTP	: Bantuan Tambahan Pangan
cm	: <i>Centimeter</i>
Deptan	: Departemen Pertanian
Disperindakop	: Dinas Perindustrian Perdagangan dan Koperasi
DNA	: <i>Deoksiribo Nukleat Acid</i>
FAO	: <i>Food and Agriculture Organization</i>
gr	: Gram
GRAS	: <i>Generally Recognized As Safe</i>
kg	: Kilogram
ml	: mililiter
NIOSH	: <i>National Institute of Occupational Safety and Health</i>
nm	: Nanometer
PERKABPOM	: Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan
Permenkes	: Peraturan Menteri Kesehatan
PNS	: Pegawai Negeri Sipil
ppm	: <i>Part Per Milion</i>
RAL	: Rancangan Acak Lengkap
SNI	: Standar Nasional Indonesia
TKPI	: Tabel Komposisi Pangan Indonesia

**DAFTAR ARTI LAMBANG**

%	= persen
±	= kurang lebih
-	= kurang
°	= derajat
≥	= lebih dari sama dengan
/	= per
x	= kali
=	= sama dengan
+	= tambah



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pangan merupakan kebutuhan pokok yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Sesuai dengan kemajuan teknologi maka manusia terus melakukan perubahan dalam pengolahan makanan salah satunya adalah dengan penambahan Bahan Tambahan Pangan (BTP) (Rahmawati, tanpa tahun:54). BTP adalah bahan atau campuran bahan kimia yang secara alami bukan merupakan bagian dari bahan baku pangan, tetapi ditambahkan ke dalam pangan. Tujuannya untuk memperbaiki karakter pangan agar kualitasnya meningkat. Fungsi BTP antara lain untuk mengawetkan makanan, mencegah pertumbuhan mikroba perusak pangan, mencegah terjadinya reaksi kimia yang dapat menurunkan mutu pangan, dan membentuk makanan menjadi lebih baik, renyah, serta lebih enak di mulut. BTP juga digunakan untuk memberi warna dan aroma agar menarik dan meningkatkan kualitas pangan. Makanan yang baik dan tak mudah busuk tentu lebih menghemat biaya produksi (Sari, 2008:62).

Jenis BTP yang diizinkan dan yang dilarang penggunaannya telah diatur dalam Permenkes nomor 33 tahun 2012 tentang bahan tambahan pangan yang merupakan perubahan dari Permenkes nomor 722/Menkes/Per/X/1988 tentang bahan tambahan pangan dan Permenkes nomor 1168/Menkes/Per/X/1999 tentang bahan tambahan pangan. Salah satu BTP yang diizinkan digunakan pada makanan menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI nomor 33 tahun 2012 adalah bahan pengawet, dimana bahan pengawet ini dapat diartikan sebagai Bahan Tambahan Pangan yang dapat mencegah atau menghambat fermentasi, pengasaman atau peruraian lain pada makanan yang disebabkan oleh pertumbuhan mikroba. Menurut Arifin dkk (2005:1036), bahan pengawet dalam makanan harus tepat, baik jenis maupun dosisnya. Pada kenyataannya sering terjadi penyalahgunaan BTP di masyarakat, contohnya formalin. Formalin sering disalahgunakan sebagai pengawet pada tahu, ayam, mie basah, dan ikan asin.

Penggunaan formalin sebagai pengawet makanan semakin marak dilakukan oleh para pelaku bisnis yang tidak bertanggung jawab. Formalin tidak boleh digunakan sebagai bahan pengawet makanan, sehingga tidak boleh adanya residu pada makanan (Heruwati, 2004:71). Formalin mempunyai kemampuan untuk mengawetkan makanan karena memiliki gugus aldehida yang bersifat mudah bereaksi dengan protein membentuk senyawa *methylene* (-NCHOH). Dengan demikian, ketika makanan berprotein disiram atau direndam larutan formalin, maka gugus aldehida dari formaldehid akan mengikat unsur protein. Protein yang terikat tersebut tidak dapat digunakan oleh bakteri pembusuk sehingga makanan berformalin menjadi awet (Purawisastra, 2011:64). Formalin merupakan bahan beracun dan berbahaya bagi kesehatan manusia. Jika kandungan formalin dalam tubuh tinggi, akan bereaksi secara kimia dengan hampir semua zat di dalam sel sehingga menekan fungsi sel dan menyebabkan kematian (Cahyadi, 2009:262).

Kasus keracunan makanan berformalin ditemukan pada ikan di Balikpapan, Kalimantan Timur. Sebanyak 11 PNS di Balikpapan mengalami keracunan dikarenakan memakan hidangan sahur saat mengikuti latihan pra jabatan di Asrama Haji Batakan Balikpapan, Kalimantan Timur. Akibatnya 11 PNS tersebut mengalami mual dan muntah (Sarifudin, 2008). Kasus keracunan juga terjadi di Pinrang, Makasar. Ikan teri yang mengandung formalin menjadi penyebab keracunan pada satu keluarga yaitu ayah, ibu, dan dua anak di Desa Kaluppang, Kecamatan Duampanua, Kabupaten Pinrang. Mereka mengalami mual dan muntah setelah 1 jam mengonsumsi ikan teri (Ronalyw, 2013).

Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) melakukan pengujian di laboratorium produk pangan selama periode tahun 2005 sampai dengan 2009 sebanyak 109.462 sampel. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa produk pangan yang tidak memenuhi syarat sebanyak 18.067 (16,5%) sampel. Pada umumnya produk pangan tidak memenuhi syarat keamanan dan mutu antara lain mengandung formalin, mengandung boraks, menggunakan pewarna bukan untuk pangan, mengandung cemaran mikroba melebihi batas, menggunakan bahan tambahan pangan melebihi batas yang diizinkan (PERKABPOM, 2013:11). Pada

laporan akuntabilitas kinerja instansi pemerintah BPOM tahun 2011 (Pudjiwati, 2011:22), BPOM melakukan kegiatan operasional laboratorium keliling meliputi pemeriksaan setempat, sampling, pengujian laboratorium dan sosialisasi praktek keamanan pangan di wilayah Jawa Timur. Dari kegiatan tersebut target sampel adalah 2.350 sampel dan realisasi sampel yang telah diuji sejumlah 3.731 (158,77%) sampel, dengan hasil 2.824 sampel memenuhi ketentuan, 907 sampel tidak memenuhi ketentuan (581 sampel mengandung rhodamin, 4 sampel mengandung rhodamin dan formalin, 115 sampel mengandung formalin, 5 sampel mengandung formalin dan boraks, 202 sampel mengandung boraks).

BPOM di Serang pada tanggal 14 Juli 2014 bersama-sama dengan Walikota Serang, Dinas Perindustrian Perdagangan dan Koperasi (Disperindagkop) serta Polres Kota Serang melakukan kegiatan revitalisasi mobil laboratorium keliling dan inspeksi ke Pasar Induk Rau, Kota Serang, Banten guna memastikan pangan yang dijual bebas dari bahan dilarang seperti formalin, boraks dan pewarna dilarang. Hasil pengujian yang dilakukan oleh tim mobil laboratorium keliling terhadap beberapa sampel pangan seperti tahu, pacar cina dan cincau hitam diperoleh hasil bahwa dari 12 sampel tahu yang di uji, ada 9 sampel yang positif mengandung formalin (BPOM, 2014). Menurut Tjiptaningdyah (2010:162), dalam penelitiannya yang berjudul “Studi Keamanan Pangan pada Tahu yang Beredar di Pasar Sidoarjo (Kajian dari Kandungan Formalin)” dimana dari 20 sampel makanan tahu yang diteliti, diperoleh hasil bahwa 13 sampel makanan tahu yang dijual oleh para pedagang tersebut mengandung formalin. Penelitian yang dilakukan Nugrahaningtyas (2010:50) di Kabupaten Jember, dari 8 sampel tahu yang dijual di pasar modern yaitu Golden Market, Matahari, dan Carefour, terdapat 2 sampel tahu yang mengandung formalin.

Tahu merupakan pangan yang populer di masyarakat Indonesia walaupun asalnya dari China (Cahanar, 2006:183). Tahu dibuat dari sari kacang kedelai yang digumpalkan dengan asam cuka, kalsium sulfat, atau glukon delta laktone. Satu hari setelah diproduksi tahu akan mulai rusak. Tahu merupakan bahan pangan dengan kandungan protein yang tinggi dan kadar air mencapai 85%



sehingga tahu tidak dapat bertahan lama. Kerusakan tahu ditandai dengan bau asam dan berlendir. Perendaman tahu dalam air yang diberi formalin akan membuat tahu menjadi lebih keras, tidak mudah hancur, tahan terhadap mikroorganisme, dan dapat bertahan hingga tujuh hari (Widyaningsih, 2006:36). Oleh karena itu pedagang tahu sering melakukan kecurangan dengan menambahkan bahan pengawet formalin. Apabila tahu tersebut tidak laku dalam sehari, maka dapat disimpan hingga beberapa hari. Hal ini yang mengakibatkan para pedagang tidak mau rugi.

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Budiarti (2009:5), menyebutkan bahwa perendaman mie basah dalam air hangat dengan suhu  $40^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit, terjadi penurunan kadar formalin sebesar 39,77%. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kusmadina dkk (2006:32), perebusan tahu dapat menurunkan kadar formalin tahu sebesar 37,86%, namun dalam penelitian tersebut tidak memperhitungkan waktu perebusan.

Studi pendahuluan yang telah dilakukan penulis, selama waktu 45 menit suhu air hangat dalam wadah turun dari  $40^{\circ}\text{C}$  menjadi  $38^{\circ}\text{C}$ , sehingga penulis mengambil rentang suhu penelitian  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Perendaman tahu pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  tidak menyebabkan perubahan tekstur pada tahu. Maka penulis ingin mengetahui bagaimana penurunan kadar formalin pada tahu dengan perendaman dalam air hangat pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit, 30 menit dan 45 menit. Selain itu penulis telah melakukan uji kandungan formalin pada tiga sampel tahu di pasar modern, dan hasil dari laboratorium analisa pangan menunjukkan bahwa ketiga sampel tersebut positif mengandung formalin.

Perendaman menggunakan air mampu mereduksi kadar formalin. Senyawa formalin memiliki gugus  $\text{CH}_2\text{O}$  yang mudah mengikat air dan gugus aldehid yang mudah mengikat protein (Sugiarti dkk, 2014:93). Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui penurunan kadar formalin pada tahu dengan perendaman dalam air hangat pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .



## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana penurunan kadar formalin pada tahu dengan perendaman dalam air hangat pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ?”.

## 1.3 Tujuan

### 1.3.1 Tujuan Umum

Menganalisis penurunan kadar formalin pada tahu dengan perendaman dalam air hangat pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

### 1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Menganalisis kadar formalin pada tahu sebelum direndam dalam air pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- b. Menganalisis kadar formalin pada tahu dengan perendaman dalam air pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit.
- c. Menganalisis kadar formalin pada tahu dengan perendaman dalam air pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit.
- d. Menganalisis kadar formalin pada tahu dengan perendaman dalam air pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 45 menit.
- e. Menganalisis perbedaan penurunan kadar formalin pada tahu sebelum direndam dengan setelah perendaman dalam air pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit, 30 menit, dan 45 menit.

## 1.4 Manfaat

### 1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan sebagai sumber pengetahuan maupun informasi mengenai Bahan Tambah Pangan (BTP) yang dilarang untuk ditambahkan ke dalam makanan tahu.

#### 1.4.2 Manfaat Praktis

- a. Bagi instansi terkait, yaitu BPOM dan Dinas Kesehatan agar lebih meningkatkan pembinaan kepada pedagang tahu seperti penyuluhan tentang bahan tambahan pangan yang dilarang dan diizinkan untuk digunakan dalam makanan.
- b. Bagi masyarakat, diharapkan penelitian ini dapat menjadi bahan informasi untuk mengetahui ciri-ciri tahu berformalin dan tidak menggunakan tahu berformalin.
- c. Bagi peneliti, penelitian ini merupakan suatu pengaplikasian ilmu tentang bahan tambahan pangan yang telah didapat dan menambah wawasan pengetahuan.
- d. Bagi produsen makanan, diharapkan menggunakan pengawet yang diperbolehkan sesuai dosis yang di anjurkan sehingga tidak mengganggu kesehatan.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Bahan Tambahan Pangan

#### 2.1.1 Pengertian Bahan Tambahan Pangan

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 2004 tentang Keamanan, Mutu, dan Gizi Pangan, bahan tambahan pangan adalah bahan yang ditambahkan ke dalam makanan untuk mempengaruhi sifat atau bentuk pangan atau produk pangan. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2012 Tentang Bahan Tambahan Pangan, Bahan Tambahan Pangan yang selanjutnya disingkat BTP adalah bahan yang ditambahkan ke dalam pangan untuk mempengaruhi sifat atau bentuk pangan. Menurut SNI 01-0222-1995 Tentang Bahan Tambahan Makanan, bahan tambahan makanan adalah bahan yang biasanya tidak digunakan sebagai makanan dan biasanya bukan merupakan *ingredien* khas makanan, rnepunyai atau tidak mempunyai nilai gizi, yang dengan sengaja ditambahkan kedalam makanan untuk maksud teknologi (termasuk *organoleptik*) pada pembuatan, pengolahan, penyiapan, perlakuan, pengepakan, pengemasan, penyimpanan atau pengangkutan makanan untuk menghasilkan atau diharapkan menghasilkan (langsung atau tidak langsung) suatu komponen atau mempengaruhi sifat khas makanan tersebut. Menurut FAO dalam Saparinto (2006:8), bahan tambahan pangan adalah senyawa yang sengaja ditambahkan ke dalam makanan dengan jumlah dan ukuran tertentu dan terlibat dalam proses pengolahan, pengemasan, dan atau penyimpanan. Bahan ini berfungsi untuk memperbaiki warna, bentuk, cita rasa, dan tekstur, serta memperpanjang masa simpan, dan bukan merupakan bahan utama. Pemakaian bahan tambahan pangan (BTP) di Indonesia diatur oleh Departemen Kesehatan. Sementara pengawasannya dilakukan oleh Direktorat Jendral Pengawasan Obat dan Makanan. Di Amerika, keduanya dilakukan oleh *Food and Drug Administration*.

### 2.1.2 Tujuan Bahan Tambahan Pangan

Tujuan penggunaan bahan pangan adalah dapat meningkatkan atau mempertahankan nilai gizi dan kualitas daya simpan, membuat bahan makanan lebih mudah dihidangkan, serta mempermudah preparasi bahan makanan (Wisnu, 2006:251). Pada umumnya bahan tambahan pangan dapat dibagi menjadi dua golongan besar yaitu sebagai berikut:

- a. Bahan tambahan pangan yang ditambahkan dengan sengaja ke dalam makanan, dengan mengetahui komposisi bahan tersebut dan maksud penambahan itu dapat mempertahankan kesegaran, cita rasa, dan membantu pengolahan, sebagai contoh pengawet, pewarna, dan pengeras.
- b. Bahan tambahan pangan yang tidak sengaja ditambahkan yaitu bahan yang tidak sengaja ditambahkan, terdapat secara tidak sengaja, baik dalam jumlah sedikit atau cukup banyak akibat perlakuan selama proses produksi, pengolahan, dan pengemasan. Bahan ini dapat pula merupakan residu atau kontaminan dari bahan yang sengaja ditambahkan untuk tujuan produksi bahan mentah atau penanganannya yang masih terus terbawa ke dalam makanan yang akan dikonsumsi. Contoh bahan tambahan pangan dalam golongan ini adalah residu pestisida (termasuk insektisida, fungisida, rodensida), dan antibiotik (Wisnu, 2006:251).

Menurut Mukono (2005:139), fungsi bahan tambahan pangan antara lain sebagai berikut:

- a. Sebagai pengawet makanan atau pangan dengan cara mencegah pertumbuhan dan aktivitas mikroba perusak pangan atau mencegah terjadinya reaksi kimia yang dapat menurunkan mutu pangan.
- b. Menjadikan rasanya enak.
- c. Menjadikan warna dan aroma yang lebih menarik sehingga menambah dan merangsang timbulnya selera makan.
- d. Meningkatkan kualitas pangan.
- e. Secara ekonomis akan menghemat biaya produksi.

### 2.1.3 Batasan Bahan Tambahan Pangan

#### a. Batasan Secara Resmi

BTP makanan yang digunakan oleh masyarakat secara luas, secara langsung maupun tidak langsung akan berpengaruh terhadap suatu sifat makanan. Jika BTP tersebut tidak aman, maka perlu suatu penilaian secara ilmiah agar dapat aman untuk digunakan secara luas. Penilaian dapat diartikan sebagai *Generally Recognized As Safe (GRAS)*. Tetapi dalam hal ini tidak termasuk penyimpangan atau pelanggaran mengenai penggunaan bahan tambahan pangan yang sering dilakukan oleh produsen pangan, sebagai contoh adalah:

- 1) Kandungan pestisida di dalam komoditi pertanian/perkebunan yang masih mentah. Misalnya buah apel yang terkontaminasi oleh pestisida, yang sebenarnya tujuan penggunaannya adalah untuk menjaga kualitas apel dari serangan kuman/kutu perusak.
- 2) Penggunaan pestisida pada waktu proses produksi, penyimpanan transportasi komoditi pertanian/perkebunan. Misalnya kubis/kol yang akan disimpan, maka sebelum dipanen kubis tersebut disemprot menggunakan pestisida agar tidak rusak.
- 3) Obat – obatan jenis baru yang digunakan pada hewan ternak. Misalnya adalah teridentifikasinya bahan tersebut pada pakan ternak maupun di dalam daging.
- 4) Penggunaan zat warna tambahan.
- 5) Penggunaan BTP pangan yang melebihi dosis yang diizinkan.

Penggunaan BTP yang beracun atau yang melebihi dosis akan membahayakan kesehatan masyarakat dan berbahaya bagi pertumbuhan generasi yang akan datang. Akan lebih berbahaya apabila bahan tersebut terbukti dapat menginduksi kanker bila dimakan oleh manusia atau hewan. Untuk mencegah terjadinya hal yang tidak diinginkan, para produsen pangan perlu mengetahui sifat dan keamanan BTP. Di samping itu perlu pula mematuhi peraturan perundang – undangan yang telah dikeluarkan oleh pemerintah (Mukono, 2005:137).



b. Batasan Secara Teknis

Batasan secara teknis dikeluarkan oleh *Food Protection Committee of Food and Nutrition Board of National Academy of Science* dalam Mukono (2005:138). Pada tahun 1979, lembaga tersebut menyatakan bahwa BTP merupakan suatu bahan atau campuran bahan selain bahan yang terkandung dalam makanan sebagai produk pada saat proses pengolahan, penyimpanan atau pengemasan.

Secara teknis BTP dibagi menjadi dua kategori, yaitu:

- 1) BTP tersebut secara langsung dan dengan sengaja ditambahkan selama proses produksi yang tujuannya adalah untuk meningkatkan konsistensi, nilai gizi, memantapkan bentuk atau rupa serta menambah cita rasa dengan mengendalikan keasaman atau kebasahan.
- 2) BTP yang terdapat dalam bahan makanan dalam jumlah yang sangat kecil sebagai akibat dari proses pengolahan dan sebagai zat aditif yang keberadaannya tidak disengaja. Di sini di bedakan antara zat aditif dengan bahan kontaminan makanan. Kontaminan merupakan bahan yang masuk ke dalam makanan melalui bahan makanan pada saat di dalam tanah maupun selama proses pembuatan makanan. Kontaminan tersebut dapat berupa nitrat, selenium, timbal, jamur, dan bakteri (Mukono, 2005:138).

2.1.4 Bahan Makanan yang Diizinkan dan Dilarang Dalam Makanan

a. Bahan Tambahan Pangan yang Diizinkan Dalam Makanan

Sesuai dengan Permenkes nomor 33 tahun 2012, bahan tambahan makanan yang diizinkan digunakan pada makanan terdiri dari golongan:

1) Antioksidan (*Antioxidant*)

Bahan tambahan makanan yang dapat mencegah atau menghambat oksidasi.

2) Antikempal (*Anticaking Agent*)

Bahan tambahan makanan yang dapat mencegah mengempalnya makanan yang berupa serbuk.

3) Pengatur Keasaman (*Acidity Regulator*)

Bahan tambahan makanan yang dapat mengasamkan, menetralkan dan mempertahankan derajat keasaman makanan.

4) Pemanis Buatan (*Artificial Sweetener*)

Bahan tambahan makanan yang dapat menyebabkan rasa manis pada makanan, yang tidak atau hampir tidak mempunyai nilai gizi.

5) Pemutih dan Pematang Tepung (*Flour Treatment Agent*)

Bahan tambahan makanan yang dapat mempercepat proses pemutihan dan atau pematang tepung sehingga dapat memperbaiki mutu pemanggangan.

6) Pengemulsi, Pemantap, Pengental (*Emulsifier, Stabilizer, Thickener*)

Bahan tambahan makanan yang dapat membantu terbentuknya atau memantapkan sistem dispersi yang homogen pada makanan.

7) Pengawet (*Preservative*)

Bahan tambahan makanan yang mencegah atau menghambat fermentasi, pengasaman atau peruraian lain terhadap makanan yang disebabkan oleh mikroorganisme.

8) Pengeras (*Firming Agent*)

Bahan tambahan makanan yang dapat memperkeras atau mencegah melunaknya makanan.

9) Pewarna (*Colour*)

Bahan tambahan makanan yang dapat memperbaiki atau memberi warna pada makanan.

10) Penyedap Rasa dan Aroma, Penguat Rasa (*Flavour, Flavour Enhancer*)

Bahan tambahan makanan yang dapat memberikan, menambah atau mempertegas rasa dan aroma.

11) Sequestran (*Sequestrant*)

Bahan tambahan makanan yang dapat mengikat ion logam yang ada dalam makanan.

b. Bahan Tambah Pangan yang Dilarang Digunakan Dalam Makanan

Sesuai dengan Permenkes nomor 33 tahun 2012, bahan tambahan makanan yang dilarang digunakan dalam makanan terdiri dari:

- 1) Asam Borat (*Boric Acid*) dan senyawanya
- 2) Asam Salisilat dan garamnya (*Salicylic Acid and its salt*)
- 3) Dietilpirokarbonat (*Diethylpyrocarbonate*)
- 4) Dulsin (*Dulcin*)
- 5) Kalium Klorat (*Potassium Chlorate*)
- 6) Kloramfenikol (*Chloramphenicol*)
- 7) Minyak Nabati yang dibrominasi (*Brominated vegetable oils*)
- 8) Nitrofurazon (*Nitrofurazone*)
- 9) Formalin (*Formaldehyde*).

## 2.2 Bahan Pengawet

### 2.2.1 Pengertian Bahan Pengawet

Menurut *Preservatives in Food Regulation 1974/1975 (UK)* dalam Mukono (2005:149), bahan pengawet adalah setiap senyawa atau bahan yang mampu menghambat, menahan atau menghentikan proses fermentasi, pengasaman atau bentuk kerusakan lainnya atau bahan yang dapat memberikan perlindungan bahan makanan dari pembusukan tetapi tidak termasuk ke dalam golongan bahan tambahan makanan yang lain. Menurut peraturan menteri kesehatan nomor 33 tahun 2012 tentang Bahan Tambah Makanan, pengawet adalah bahan tambahan makanan yang mencegah atau menghambat fermentasi, pengasaman atau peruraian lain terhadap makanan yang disebabkan oleh mikroorganisme.

### 2.2.2 Teknik Penambahan Bahan Pengawet

Penambahan bahan pengawet dalam makanan dilakukan dengan cara:

a. Pencampuran

Untuk bahan makanan yang berbentuk cairan atau setengah cair.

b. Pencelupan

Untuk bahan makanan yang berbentuk padat.

c. Penyemprotan

Sama dengan pencelupan, yaitu untuk bahan makanan padat dan konsentrasi bahan pengawet yang diperlukan agak tinggi.

d. Pengasapan

Untuk bahan makanan yang dikeringkan, bahan pengawet yang sering digunakan adalah belerang dioksida atau derivatnya.

e. Pelapisan pada pembungkus

Dengan cara penambahan/pelapisan bahan pengawet pada pembungkus bahan makanan (Mukono, 2005:149-150).

### 2.2.3 Pengaruh Aktivitas Mikroba terhadap Bahan Pengawet

Menurut Mukono (2005:150-151), aktivitas mikroba terhadap bahan pengawet dipengaruhi oleh:

a. Jenis dan konsentrasi bahan pengawet

Setiap bahan pengawet mempunyai daya bunuh atau daya hambat yang berbeda terhadap mikroba, sedangkan semakin tinggi konsentrasi bahan pengawet semakin kuat daya bunuh atau daya hambatnya terhadap mikroba.

b. Banyaknya organisme

Semakin banyak jumlah mikroba, maka daya bunuh atau daya hambat bahan pengawet terhadap mikroba semakin kecil.

c. Komposisi bahan makanan

Bahan organik pada makanan dapat beraksi dengan bahan pengawet sehingga membuat bahan pengawet tersebut kurang toksik atau inert terhadap mikroba. Pada bahan makanan yang bersifat cair, kontak antara bahan pengawet dengan mikroba lebih baik daripada bahan makanan padat, sehingga pada bahan makanan cair daya bunuh atau daya hambat bahan pengawet terhadap mikroba lebih baik daripada bentuk padat.

d. Keasaman

Sebagian besar bahan pengawet aktivitasnya akan naik dalam bahan makanan yang bersifat asam.

e. Suhu penyimpanan

Pada umumnya kenaikan suhu akan menaikkan pengaruh bahan pengawet terhadap mikroba, tetapi pada suhu sangat rendah pertumbuhan mikroba akan terhambat dengan ataupun tanpa bahan pengawet.

#### 2.2.4 Mekanisme Bahan Pengawet sebagai Anti – Mikroba

Menurut Mukono (2005:151), mekanisme bahan pengawet sebagai anti mikroba adalah sebagai berikut:

a. Gangguan sistem genetik

Bahan pengawet akan masuk ke dalam sel dan akan menghambat sintesis protein, padahal protein adalah bahan baku dalam pembentukan DNA, akibatnya akan terjadi kerusakan DNA.

b. Perusakan dinding/membran sel

Bahan pengawet tertentu merusak dinding/membran sel, dengan demikian akan mengganggu atau menghalangi jalannya nutrisi masuk ke dalam sel, dan mengganggu keluarnya zat penyusun sel dan metabolit dari dalam sel.

c. Penghambatan pembentukan enzim

Bahan pengawet dapat menghambat sintesis protein, enzim sendiri terbuat dari protein, sehingga keberadaan bahan pengawet akan menghambat pembentukan enzim.

d. Penghambatan pembentukan nutrisi esensial

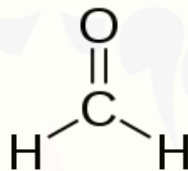
Bahan pengawet tertentu dapat mencegah perubahan asam pada aminobenzoat menjadi asam folat. Asam folat merupakan salah satu nutrisi esensial yang sangat dibutuhkan oleh mikroba, dengan tidak adanya asam folat maka mikroba akan mati atau terhambat pertumbuhannya.



## 2.3 Formalin

### 2.3.1 Pengertian Formalin

Formalin adalah nama dagang larutan formaldehida dalam air dengan kadar 36-40%. Formalin biasanya juga mengandung alkohol (methanol) sebanyak 10-15% yang berfungsi sebagai stabilitor agar formaldehidanya tidak mengalami polimerisasi. Di pasaran, formalin dapat juga diperoleh dalam bentuk diencerkan, yaitu dengan kadar formaldehida 30%, 20%, dan 10%. Disamping dalam bentuk di cairan, formalin dapat diperoleh dalam bentuk tablet yang masing – masing mempunyai berat 5 gram (Winarno, 2004:11).



Gambar 2.1 Struktur Formalin

Menurut Cahyadi (2009:254), formalin di pasaran dikenal dengan nama formaldehid. Formaldehid merupakan bahan tambahan kimia yang efisien, tetapi dilarang ditambahkan pada bahan pangan (makanan). Namun ada kemungkinan formaldehid digunakan dalam pengawetan susu, tahu, mie, ikan asin, ikan basah, dan produk pangan lainnya.

### 2.3.2 Sifat Formalin

Formaldehid adalah gas dengan dengan titik didih 21°C. Namun jika disimpan formaldehid akan dimetabolisme menjadi asam formiat dan metanol untuk menghindari polimerisasi. Asam formiat kemudian dikonversi menjadi metilformat. Sehingga titik didih larutan formaldehida pada tekanan 1 atm adalah 96°C, pH 2,8 – 4,0 dan dapat bercampur atau larut dengan air, aseton, dan alkohol (Cahyadi, 2009:259). Formaldehida termasuk kelompok senyawa desinfektan kuat, dapat membasmi berbagai jenis bakteri pembusuk, cendawa serta kapang. Disamping itu formaldehida dapat mengeraskan jaringan tubuh. Oleh karena itu,

formalin konsentrasi 3,7 % digunakan untuk mengawetkan mayat (Winarno, 2004:12).

### 2.3.3 Kegunaan Formalin

Larutan formaldehid adalah disinfektan yang efektif melawan bakteri vegetatif, jamur, atau virus, tetapi kurang efektif melawan spora bakteri. Formalin juga digunakan sebagai disinfektan untuk rumah, perahu, gudang, kain, sebagai germisida dan fungisida tanaman dan buah – buahan, digunakan pada pabrik sutera sintetik, fenilik resin, selulosa ester, mengeraskan film pada fotografi, serta mencegah perubahan dan mengkoagulasikan lateks. Dalam bidang farmasi, formalin digunakan sebagai pendetoksifikasi toksin dalam vaksin, dan juga obat penyakit kutil karena kemampuannya merusak protein (Cahyadi, 2009:256).

Selain itu juga digunakan untuk bahan pembuat sutera buatan, zat pewarna cermin kaca dan bahan peledak, pengeras lapisan gelatin dan kertas foto, bahan pembuat pupuk urea, parfum, pengeras kuku dan pengawet produk kosmetik, pencegah korosi pada sumur minyak, dan bahan untuk insulasi busa (Deptan, 2007:8).

### 2.3.4 Dampak Formalin Terhadap Kesehatan

Formalin merupakan bahan beracun dan berbahaya bagi kesehatan manusia. Jika kandungannya dalam tubuh tinggi maka akan mereaksi secara kimia dengan hampir semua zat di dalam sel sehingga menekan fungsi sel dan menyebabkan kematian sel yang menyebabkan keracunan pada tubuh. Selain itu, kandungan formalin yang tinggi pada tubuh juga menyebabkan iritasi lambung, alergi, bersifat karsinogenik (menyebabkan kanker) dan bersifat mutagen (menyebabkan perubahan fungsi jaringan/sel), serta orang yang mengkonsumsinya akan muntah, diare bercampur darah, kencing bercampur darah, dan kematian yang disebabkan karena adanya kegagalan peredaran darah. Formalin menguap di udara berupa gas yang tidak berwarna, dengan bau tajam

yang menyesakkan, sehingga merangsang hidung, tenggorokan, dan mata (Wisnu, 2006:256).

Menurut Handayani (2007:9-10), terdapat dampak formolain bagi kesehatan manusia yaitu:

- a. Akut : efek pada kesehatan manusia langsung terlihat seperti iritasi, alergi, kemerahan, mata berair, mual, muntah, rasa terbakar, sakit perut dan pusing.
- b. Kronik : efek pada kesehatan manusia terlihat setelah terkena dalam jangka waktu yang lama dan berulang, iritasi kemungkin parah, mata berair, gangguan pada pencernaan, hati, ginjal, pankreas, system saraf pusat, menstruasi dan pada hewan percobaan dapat menyebabkan kanker sedangkan pada manusia diduga bersifat karsinogen (menyebabkan kanker). Mengonsumsi bahan makanan yang mengandung formalin, efek sampingnya terlihat setelah jangka panjang, karena terjadi akumulasi formalin dalam tubuh.
- c. Jika dikonsumsi manusia, formalin bisa menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan, mengganggu fungsi hati, ginjal, dan sistem reproduksi.
- d. Pemakaian formalin pada makanan dapat menyebabkan keracunan pada tubuh manusia. Gejala yang biasa timbul antara lain sukar menelan, sakit perut akut disertai muntah-muntah, mencret berdarah, timbulnya depresi susunan saraf, atau gangguan peredaran darah.
- e. Konsumsi formalin pada dosis sangat tinggi dapat mengakibatkan konvulsi (kejang-kejang), haematuri (kencing darah), dan haimatomesis (muntah darah) yang berakhir dengan kematian.
- f. Formalin atau larutan formaldehida (HCHO) yang biasanya untuk bahan pengawet mayat, penggunaannya pada makanan dalam dosis tinggi akan menyebabkan iritasi lambung, menyebabkan kanker, gagal ginjal, lever, limpa dan merusak jaringan tubuh.

### 2.3.5 Toksisitas Formalin

Jalan masuk formalin ke dalam tubuh paling sering dan memiliki dampak yang signifikan, yaitu melalui mulut dan pernafasan. Formalin bereaksi cepat dengan lapisan lendir saluran pencernaan dan saluran pernafasan. Dalam tubuh formalin cepat teroksidasi membentuk asam format terutama di hati dan sel darah merah. Formalin masuk melalui mulut bersamaan dengan makanan, dan yang paling sering mengandung formalin yaitu bakso, mie basah, tahu, dan ikan (Cahyadi, 2009:260).

Efek formalin pada produk makanan yang mengandung protein seperti tahu, bakso, ikan, dan mie sudah dapat dilihat yaitu berubahnya konsistensi menjadi keras atau kenyal pada produknya, tentunya hal ini akan terjadi juga jika formalin bebas masuk ke organ tubuh dan bereaksi dengan protein tubuh, maka membran sel, tulang rawan akan mengeras, enzim, dan hormon akan berubah atau tidak berfungsi. Sifat permeabilitas dari sel akan hilang, akibatnya proses adsorpsi, distribusi, metabolisme dan ekskresi tubuh akan terganggu (Judarwanto, 2008). Menurut Efendi (2009:160), injeksi formalin (suntikan) dengan dosis 100 gram dapat menyebabkan kematian dalam waktu 3 jam, selain itu formalin merupakan zat karsinogen (menyebabkan kanker) dan mutagen (menyebabkan perubahan sel dan jaringan tubuh dan bersifat korosif). Berdasarkan uji karsinogenik dan tumor terhadap sejumlah tikus yang dipapari formaldehida pada konsentrasi 6-15 bpj menunjukkan 1,5 – 43,2 % mengalami kanker, sedangkan uji terhadap mencit yang dipapari formaldehida pada konsentrasi 15 bpj menunjukkan 2,4% mencit mengalami tumor.

Efek pemberian formaldehida oral dosis tinggi (sekitar 100 mg/kg berat badan), selama 2 bulan melalui air minum hewan percobaan menunjukkan terhambatnya pertumbuhan berat badan disertai dengan menurunnya asupan makanan dan minuman, produksi urin menurun, penyempitan dan penipisan bagian depan lambung (Cahyadi, 2009:261). Menurut *National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH) tahun 1976 dalam Wahab (2012:8), bahwa batas paparan formalin yang direkomendasikan sebesar 0,016 ppm. Tubuh dapat menerima kandungan formalin sebesar 0,1 ppm, tetapi bila dilakukan



pemakaian dalam waktu lama (lebih dari 5 tahun) dapat menyebabkan penyakit kanker, liver, gagal ginjal, dan gangguan saraf pusat.

Menurut *International Programme on Chemical Safety* dalam Winarno (2004:11), bahwa batas toleransi formalin yang dapat diterima oleh tubuh adalah 0,1 mg/l atau batas penggunaan formalin dalam makanan yang diperbolehkan masuk ke dalam tubuh orang dewasa sebesar 1,5 mg hingga 14 mg per hari. Tubuh manusia mempunyai batasan maksimum dalam mentolerir seberapa banyak konsumsi bahan tambahan makanan, batasan ini disebut ADI atau *Acceptable Daily Intake*. ADI menentukan seberapa banyak konsumsi bahan tambahan makanan setiap hari yang dapat diterima dan dicerna dalam waktu lama tanpa mengalami resiko kesehatan, atau disebut BPM (Batas Pengguna Maksimum) (Winarno, 2004:6).

## 2.4 Tahu

Tahu merupakan produk kedelai non-fermentasi dan salah satu produk olahan kedelai yang berasal dari daratan Cina. Pembuatan tahu dan susu kedelai ditemukan oleh Liu An pada zaman pemerintahan Dinasti Han, kira-kira 164 tahun sebelum Masehi. Tahu bersifat mudah rusak. Pada kondisi normal (suhu kamar) daya tahannya rata-rata sekitar 1 – 2 hari saja. Setelah lebih dari batas tersebut rasanya menjadi asam dan terjadi penyimpangan warna, aroma, dan tekstur sehingga tidak layak untuk dikonsumsi. Hal ini disebabkan oleh kadar air dan protein tahu relatif tinggi sehingga tahu adalah media yang cocok untuk pertumbuhan mikroorganisme pembusuk, terutama bakteri (Koswara, 2011:1).

### 2.4.1 Jenis – Jenis Tahu

Menurut Sarwono dan Saragih (2003:5-7), tahu diperdagangkan dengan berbagai variasi bentuk, ukuran, dan nama. Selain itu tahu putih atau tahu biasa, di pasar juga dikenal berbagai tahu komersial yang sudah memiliki nama dan berciri khas, antara lain:



a. Tahu sumedang

Tahu sumedang disebut juga tahu pong. Tahu ini merupakan lembaran – lembaran tahu putih setebal 3 cm dengan tekstur lunak dan kenyal. Tahu putih ini disimpan dalam wadah yang telah berisi air. Tahu putih yang siap olah biasanya dipotong kecil – kecil sebelum digoreng.

b. Tahu bandung

Tahu bandung berbentuk persegi (kotak), tekstur agak keras dan kenyal, warnanya kuning karena sebelumnya telah direndam air kunyit. Tahu digoreng dengan mengoleskan sedikit minyak di wajan.

c. Tahu cina

Tahu cina berupa tahu putih, teksturnya lebih padat, halus, dan kenyal dibandingkan tahu biasa. Ukurannya sekitar 12 cm x 12 cm x 8 cm. Ukuran dan bobot tahu relatif seragam karena proses pembuatannya dicetak dan dipres dengan mesin. Dalam proses pembuatannya, digunakan sioko (kalsium sulfat) sebagai bahan penggumpal protein sari kedelainya.

d. Tahu kuning

Tahu kuning mirip tahu cina. Bentuknya tipis dan lebar. Warna kuning dikarenakan sepuhan atau larutan sari kunyit. Tahu ini banyak digunakan dalam masakan cina.

e. Tahu takwa

Tahu takwa merupakan tahu khas Kediri, Jawa Timur. Proses pengolahan tahu takwa pada prinsipnya sama dengan tahu biasa, hanya terdapat perbedaan dalam perlakuan, terutama pada perendaman kedelai dan pengepresan tahu. Bahan bakunya dipilih kedelai lokal yang berbiji kecil. Penggumpalan sari kedelai menggunakan asam cuka. Sebelum dipasarkan, tahu takwa dimasak atau dicelup beberapa menit dalam air kunyit mendidih sehingga warnanya menjadi kuning. Tahu dijual dan disimpan dalam keadaan kering tanpa perlu direndam air seperti tahu putih biasa.

## f. Tahu sutera

Tahu ini sangat lembut dan lunak. Dulu, tahu ini mudah sekali rusak sehingga harus segera diolah. Namun, sekarang proses pembuatannya lebih modern sehingga produknya lebih tahan lama.

## 2.4.2 Kandungan Gizi Tahu

Di Cina, tahu telah menjadi makanan populer. Tahu sering dijadikan sebagai daging tiruan karena tidak bertulang. Di Perancis, tahu digunakan sebagai pengganti susu dan telur dalam pembuatan kue. Kepopuleran tahu adalah akibat adanya tuntutan konsumen untuk mendapatkan makanan yang segar, sehat, dan berkalori (Khomsan, 2008:27). Kandungan gizi tahu menurut TKPI (Tabel Komposisi Pangan Indonesia) (2009:13) dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.1. Komposisi zat gizi tahu per 100 gram berat badan

No	Zat Gizi	Satuan	Jumlah
1.	Air	gr	82,2
2.	Energi	kkal	80
3.	Protein	gr	10,9
4.	Lemak	gr	4,7
5.	Karbohidrat	gr	0,8
6.	Serat	gr	0,1
7.	Abu	gr	1,4
8.	Kalsium	mg	223
9.	Fosfor	mg	183
10.	Besi	mg	3,4
11.	Natrium	mg	-
12.	Kalium	mg	-
13.	Tembaga	mg	-
14.	Seng	mg	-
15.	Retinol	µg	-
16.	Beta karoten	µg	-
17.	Karoten total	µg	-
18.	Tiamin	mg	0,1
19.	Riboflavin	mg	-
20.	Niasin	mg	-
21.	Vitamin C	mg	-

Sumber: Tabel Komposisi Pangan Indonesia, 2009

### 2.4.3 Faktor Penentu Daya Tahan Tahu

#### a. Penggunaan Bahan Pengawet

Beberapa jenis bahan kimia yang dapat berfungsi sebagai bahan pengawet yang diperbolehkan pada produk tahu antara lain sebagai berikut:

- 1) Natrium Benzoat. Natrium Benzoat dapat digunakan untuk mengawetkan tahu. Bahan ini dapat dicampurkan ke dalam bakal tahu sewaktu diperdagangkan.
- 2) Garam. Garam selain dapat menambah cita rasa, dapat juga berfungsi sebagai pengawet. Garam dapat dicampurkan ke dalam bakal tahu sebelum dicetak atau dicampurkan pada larutan pewarna, dengan dosis 2,5%-5%.
- 3) Kunyit. Selain sebagai pewarna, kunyit sekaligus dapat berfungsi sebagai bahan pengawet (Suprapti, 2005:34).

#### b. Pelaksana Proses Pengawetan

Selain dengan penambahan bahan pengawet, tahu juga dapat diawetkan melalui kegiatan pembungkusan dengan kantong plastik dan pasteurisasi (Suprapti, 2005:34).

### 2.4.4 Syarat Mutu Tahu

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-3142-1998), tahu didefinisikan sebagai suatu produk makanan berupa padatan lunak yang dibuat melalui proses pengolahan kedelai dengan prinsip pengendapan protein dengan tanpa penambahan bahan makanan lain. Adapun syarat mutu tahu sebagai berikut:

Tabel 2.2 Syarat mutu tahu berdasarkan SNI 01-3142-1998

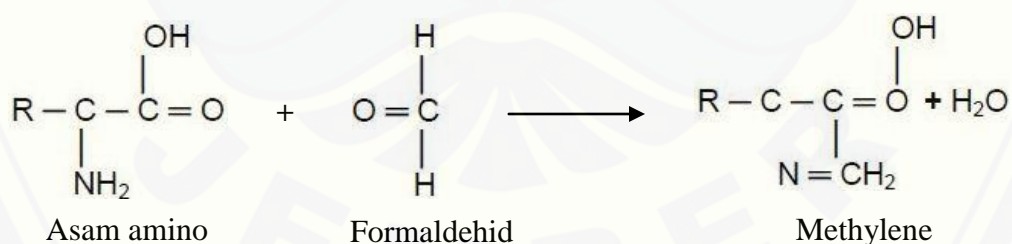
No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan:		
	a. bau	-	Normal (berbau kedelai)
	b. warna	-	Putih normal
	c. rasa	-	Normal
	d. penampakan	-	Tidak berlendir dan berjamur
2.	Abu		Maksimal 1,0
3.	Protein		Maksimal 9,0

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
4.	Lemak		Maksimal 0,5
5.	Serat kasar		Maksimal 0,1
6.	Bahan tambahan makanan: Formalin	-	Tidak boleh ada
7.	Cemaran logam:		
	a. timbal (Pb)	mg/kg	Maksimal 2,0
	b. tembaga (Cu)	mg/kg	Maksimal 30,0
	c. Seng (Zn)	mg/kg	Maksimal 40,0/250,0
	d. Arsen (As)	mg/kg	Maksimal 1,0

Sumber : SNI 01-3142-1998

## 2.5 Mekanisme Penurunan Kadar Formalin pada Tahu

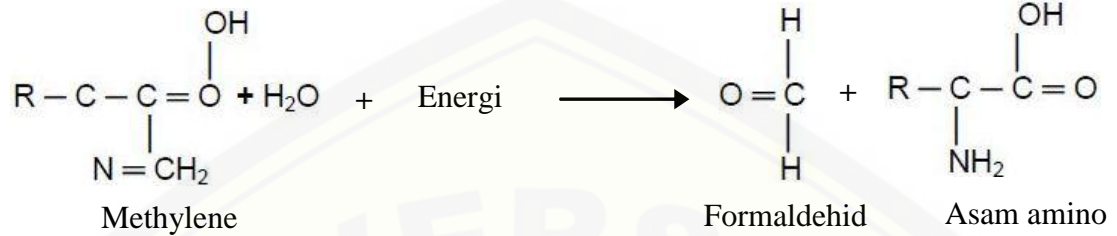
Formalin mempunyai kemampuan untuk mengawetkan makanan karena memiliki gugus aldehida yang bersifat mudah bereaksi dengan protein dalam tahu membentuk senyawa *methylene* (-NCHOH) (Purawisastra, 2011:64). Mekanisme formaldehid sebagai pengawet dikarenakan bergabungnya formaldehid dengan asam amino bebas dari protoplasma sel atau mengkoagulasikan protein (Cahyadi, 2006:255-256). Ketika makanan berprotein disiram atau direndam larutan berformalin, maka gugus aldehida dari formaldehid akan mengikat unsur protein. Protein yang terikat tersebut tidak dapat digunakan oleh bakteri pembusuk, sehingga makanan berformalin menjadi lebih awet. Selain itu, protein dengan unsur *methylene* tidak dapat dicerna (Purawisastra, 2011:70).



Gambar 2.2 Reaksi antara protein dan formalin membentuk senyawa methylene

Senyawa *methylene* bisa terurai kembali menjadi protein dan formalin melalui reaksi hidrolisis. Namun reaksi ini tidak terjadi secara spontan karena reaktifitas ion  $\text{H}^+$  dari air tidak reaktif terhadap senyawa *methylene*. Dengan

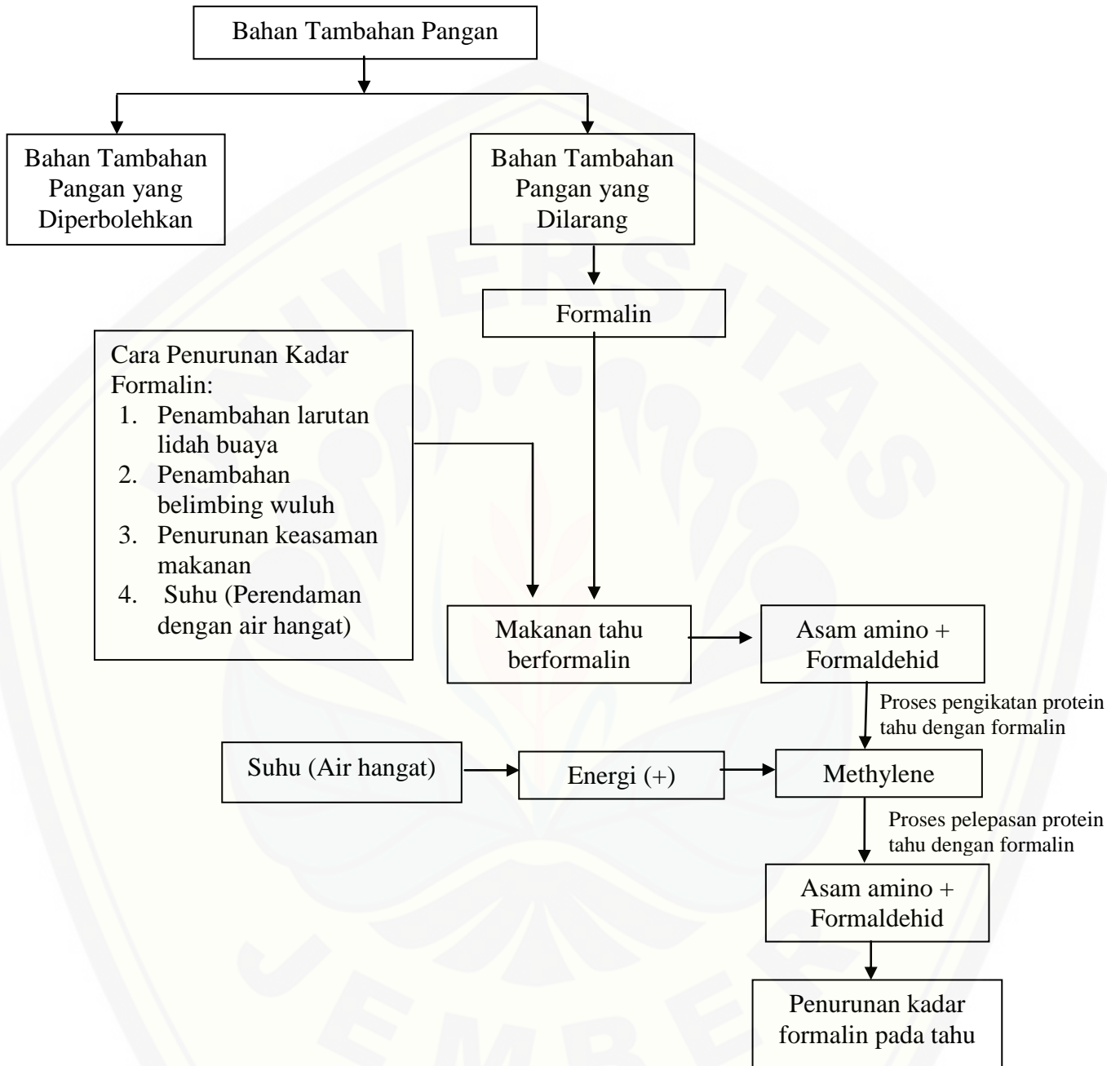
demikian diperlukan adanya suatu tambahan energi yaitu berupa panas yang menyebabkan berkurang atau menghilangnya kandungan formalin pada tahu (Purawisastra, 2011:72).



Gambar 2.3 Reaksi senyawa methylene kembali menjadi formalin dan protein



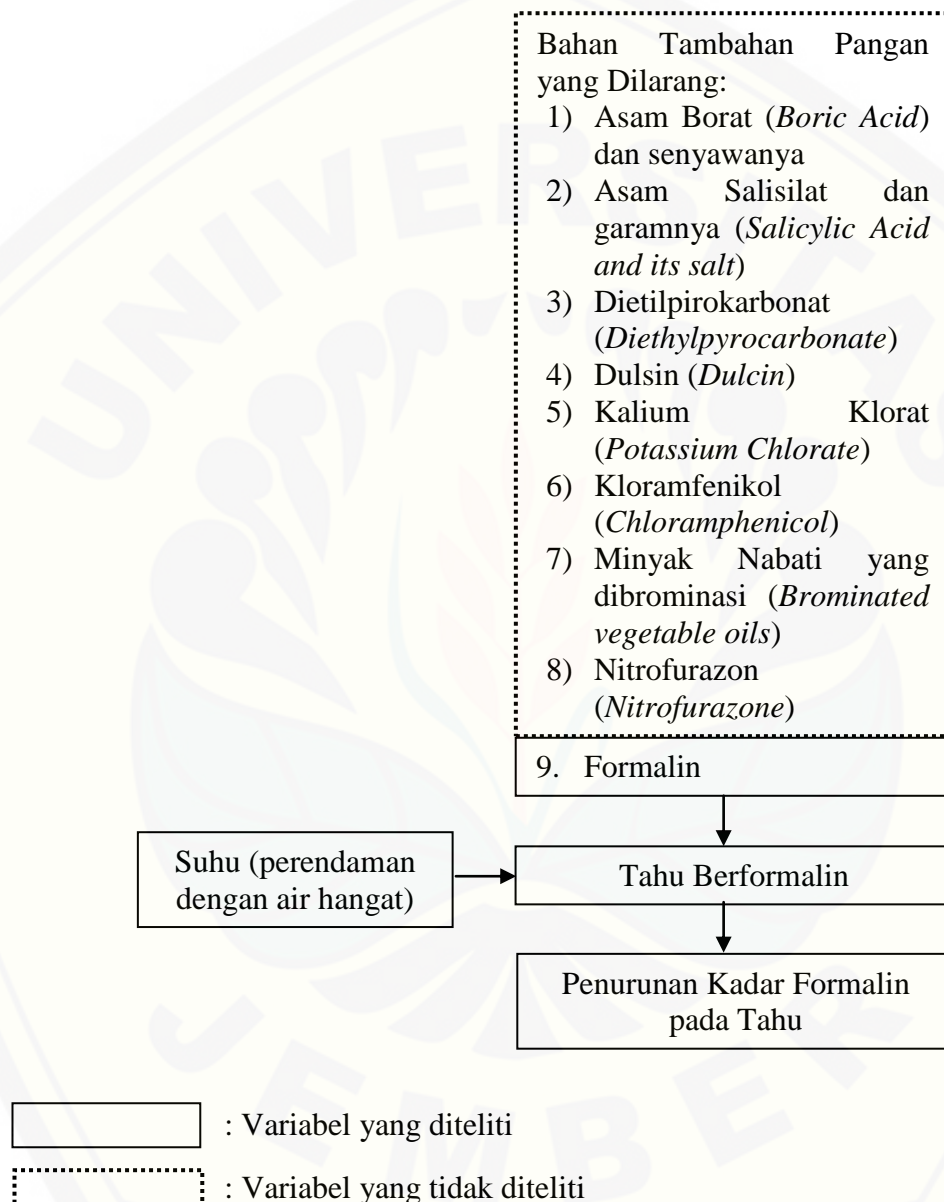
2.6 Kerangka Teori



Gambar 2.4 Kerangka teori ((Fadhilah (2013:23); Mukono (2005:151); Permenkes nomor 33 tahun 2012; Purawisastra (2011:70-72); Wikanta (2011:78)).

## 2.7 Kerangka Konseptual

Kerangka konsep penelitian adalah kerangka hubungan antara konsep – konsep yang ingin diamati atau diukur melalui penelitian – penelitian yang akan dilakukan (Notoadmodjo, 2010:100).



Gambar 2.5 Kerangka konseptual

Penjelasan :

Tahu merupakan salah satu bahan makanan yang terbuat dari kacang kedelai yang mempunyai nilai gizi seperti protein, lemak, vitamin dan mineral dalam jumlah yang cukup tinggi. Selain memiliki kelebihan, tahu juga mempunyai kelemahan, yaitu kandungan airnya yang tinggi menyebabkan tahu cepat rusak karena mudah ditumbuhi mikroba. Untuk memperpanjang masa penyimpanannya, kebanyakan para pedagang tahu yang ada di Indonesia menambahkan Bahan Tambahan Pangan (BTP) yang dilarang, yaitu formalin sebagai bahan pengawet. Perendaman tahu berformalin menggunakan air hangat dengan suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit, 30 menit dan 45 menit diharapkan dapat menurunkan kadar formalin pada tahu.

## 2.8 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis pada penelitian ini adalah:

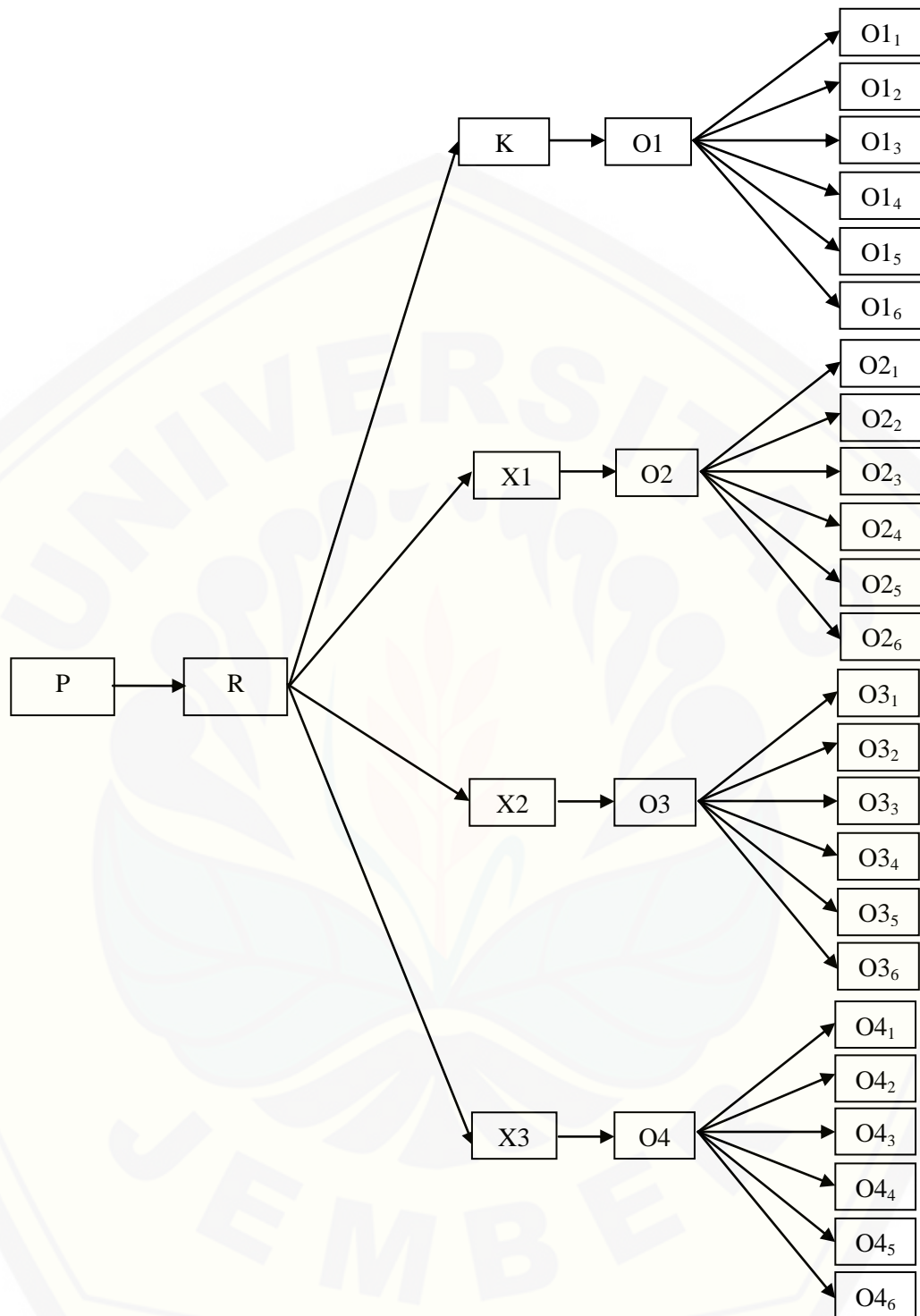
- a. Ada penurunan kadar formalin pada tahu dengan perendaman dalam air pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit.
- b. Ada penurunan kadar formalin pada tahu dengan perendaman dalam air pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit.
- c. Ada penurunan kadar formalin pada tahu dengan perendaman dalam air pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 45 menit.
- d. Ada perbedaan penurunan kadar formalin pada tahu sebelum direndam dengan setelah perendaman dalam air pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit, 30 menit, dan 45 menit.

### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah suatu bentuk metode penelitian eksperimental. Ciri khusus dari penelitian eksperimental adalah adanya percobaan/*trial*. Percobaan itu berupa perlakuan atau intervensi terhadap suatu variabel. Dan perlakuan tersebut diharapkan terjadi perubahan atau pengaruh terhadap variabel yang lain (Notoatmodjo, 2010:50).

Desain penelitian ini adalah *True Experimental Design* dengan bentuk *Posttest Only Control Group Design* dan menggunakan rancangan RAL (Rancangan Acak Lengkap). Pada desain ini terdapat dua kelompok yang masing – masing dipilih secara random (R), yaitu kelompok pertama yang diberi perlakuan (X) dan kelompok yang tidak diberi perlakuan disebut kelompok kontrol (K), pengaruh dari ada tidaknya perlakuan (*treatment*) (O). Dalam penelitian dengan desain ini untuk melihat suatu pengaruh *treatment*, dianalisis menggunakan uji beda (Sugiyono, 2010:73).



Gambar 3.1 Rancangan penelitian



Keterangan :

P : Populasi

R : Random

K : Tahu berformalin yang di celupkan dengan air biasa selama 2 detik

X1 : Tahu berformalin dengan perendaman dalam air pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit (yang telah di celupkan dengan air biasa selama 2 detik)

X2 : Tahu berformalin dengan perendaman dalam air pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit (yang telah di celupkan dengan air biasa selama 2 detik)

X3 : Tahu berformalin dengan perendaman dalam air pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 45 menit (yang telah di celupkan dengan air biasa selama 2 detik)

O1 : Kadar formalin pada tahu yang dicelupkan dengan air biasa

O2-O4 : Kadar formalin pada tahu yang direndam menggunakan air hangat

O<sub>1</sub>-O<sub>1</sub><sub>6</sub> : Pengulangan/replikasi tahu berformalin yang dicelupkan dengan air biasa

O<sub>2</sub><sub>1</sub>-O<sub>2</sub><sub>6</sub> : Pengulangan/replikasi tahu berformalin dengan perendaman dalam air pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit

O<sub>3</sub><sub>1</sub>-O<sub>3</sub><sub>6</sub> : Pengulangan/replikasi tahu berformalin dengan perendaman dalam air pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit

O<sub>4</sub><sub>1</sub>-O<sub>4</sub><sub>6</sub> : Pengulangan/replikasi tahu berformalin dengan perendaman dalam air pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 45 menit.

Penjelasan:

Pada penelitian ini dibagi menjadi empat kelompok, yaitu satu kelompok kontrol (K) dan tiga kelompok perlakuan (X1, X2, dan X3). Kelompok kontrol (K) adalah tahu berformalin yang dicelupkan dengan air biasa selama 2 detik. Kelompok perlakuan pertama (X1) adalah tahu berformalin yang direndam dalam air dengan suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit, kelompok perlakuan kedua (X2)

adalah tahu berformalin yang direndam dalam air dengan suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit, dan kelompok perlakuan ketiga (X3) adalah tahu berformalin yang direndam dalam air dengan suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 45 menit. Setelah diberi perlakuan maka di uji laboratorium untuk mengetahui kadar formalin tahu pada masing – masing perlakuan.

### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

#### **3.2.2 Tempat Penelitian**

Tempat penelitian dan identifikasi kadar formalin dilakukan di Laboratorium Analisa Pangan, Politeknik Negeri Jember.

#### **3.2.1 Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2014 – Mei 2015.

### **3.3 Unit Sampel dan Replikasi Penelitian**

#### **3.3.1 Sampel**

Sampel menggunakan tahu sutra berformalin dengan merk yang sama. Jumlah sampel dalam penelitian ini sebanyak 24 sampel yang dibagi menjadi empat kelompok, yaitu satu kelompok kontrol (K) dan tiga kelompok perlakuan (X1, X2, dan X3). Masing – masing sampel memiliki berat 43 gram, sehingga total berat sampel  $43 \text{ gram} \times 24$ , yaitu 1.032 gram. Air hangat yang digunakan bersuhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

#### **3.3.2 Replikasi**

Jumlah pengulangan/replikasi yang akan dilakukan dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan perhitungan menurut Kemas (1995:9), dengan rumus:

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

Keterangan:

t : perlakuan/treatment, yaitu = 4

r : pengulangan/replikasi

15 : faktor nilai derajat kebebasan

$$(t - 1) (r - 1) \geq 15$$

$$(4 - 1) (r - 1) \geq 15$$

$$(3) (r - 1) \geq 15$$

$$3r - 3 \geq 15$$

$$r \geq 18/3$$

$$r = 6$$

Diketahui nilai r adalah 6, artinya setiap perlakuan dilakukan pengulangan/replikasi sebanyak 6 kali. Jumlah pengulangan/replikasi ditetapkan dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Total replikasi} &= r \times t \\ &= 6 \times 4 \\ &= 24 \end{aligned}$$

Jumlah pengulangan/replikasi dari tiga perlakuan adalah 24 pengulangan/replikasi. Jadi, jumlah sampel pada penelitian ini adalah 24 sampel.

### 3.4 Variabel dan Definisi Operasional

#### 3.4.1 Variabel Penelitian

Variabel adalah ukuran atau ciri yang dimiliki oleh anggota-anggota suatu kelompok yang berbeda dengan yang dimiliki oleh kelompok yang lain (Notoadmodjo, 2010:103). Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

##### a. Variabel Terikat

Variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2010:39). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah penurunan kadar formalin pada tahu.

b. Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel terikat (Sugiyono, 2010:39). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah waktu perendaman menggunakan air hangat dengan suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  pada tahu selama 15 menit, 30 menit dan 45 menit.

### 3.4.2 Definisi Operasional

Definisi operasional adalah suatu definisi yang diberikan kepada suatu variabel atau konstruk dengan cara memberikan arti atau menpesifikasikan kegiatan, ataupun memberikan suatu operasional yang diperlukan untuk mengukur konstruk atau variabel tersebut (Nazir, 2003:126). Definisi operasional yang diberikan kepada variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Variabel dan definisi operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara Pengukuran	Satuan	Skala Data
1.	Makanan tahu	Tahu sutra yang mengandung formalin dengan merk yang sama dengan berat 43 gram	Uji laboratorium menggunakan uji kualitatif, timbangan	g	-
2.	Kadar formalin pada tahu	Jumlah kadar formalin pada tahu setelah mengalami perlakuan	Uji laboratorium menggunakan uji kuantitatif dengan spektrofotometer	ppm	Rasio
3.	Perendaman dengan air hangat	Proses perendaman dalam wadah tertutup menggunakan air dengan suhu $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ sebanyak 3 liter selama 15 menit, 30 menit, dan 45 menit	<i>Stopwatch</i>	menit	Rasio

### 3.5 Data dan Sumber Data

#### 3.5.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang langsung memberikan kepada pengumpul data (Sugiyono, 2010:137). Data primer dalam penelitian ini didapatkan dari hasil uji laboratorium dan dokumentasi. Hasil uji laboratorium adalah kadar formalin pada tahu. Untuk mengukur kadar formalin pada tahu menggunakan alat spektrofotometer. Teknik dokumentasi dalam penelitian ini digunakan untuk memperoleh data prosedur penelitian tentang penurunan kadar formalin pada tahu di Laboratorium Analisa Pangan, Politeknik Negeri Jember.

#### 3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya lewat orang lain atau dokumen (Sugiyono, 2010:137). Data sekunder dikumpulkan melalui referensi seperti buku – buku dan jurnal.

### 3.6 Alat dan Bahan Penelitian

#### a. Alat

- 1) Wadah dengan volume total 5,5 liter ( $d = 20$  cm,  $t = 16$  cm)
- 2) Timbangan dengan kapasitas 7000 gr
- 3) *Water bath*
- 4) Penangas air
- 5) Spektrofotometer dengan panjang gelombang 560 nm
- 6) Beaker glass 500 ml
- 7) Labu takar
- 8) Mortir stamper
- 9) Termometer
- 10) *Stopwatch*
- 11) Plastik ukuran 0,5 kg



12) Label

b. Bahan

- 1) Akuades
- 2)  $H_2SO_4$  (asam sulfat)
- 3)  $H_3PO_4$  (asam fosfat)
- 4) Formalin 40 %
- 5) Sampel tahu sutra dengan berat 43 gr ( $p = 3,5$  cm;  $l = 3,5$  cm;  $t = 3,5$  cm)

### 3.7 Prosedur Penelitian

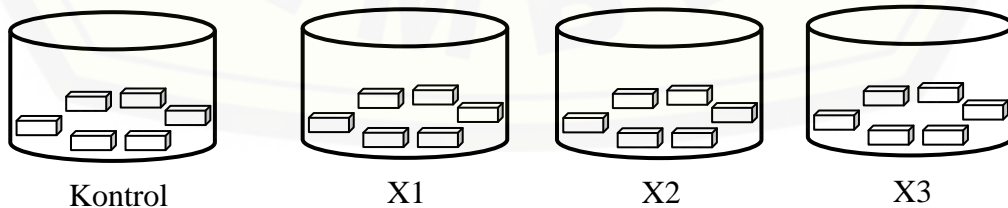
Tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Mempersiapkan sampel tahu

- 1) Tahu yang digunakan adalah tahu sutra merk X yang mengandung formalin dengan berat 43 gram
- 2) Mencelupkan tahu pada air bersih dengan tujuan agar tidak ada kotoran yang menempel pada tahu dan hal tersebut merupakan kebiasaan dari masyarakat
- 3) Meniriskan tahu yang telah dicelupkan
- 4) Merebus air sampai suhu  $40^\circ C$

b. Mempersiapkan tempat rendaman tahu

- 1) Menyiapkan 4 wadah. 1 wadah untuk kontrol, dan 3 wadah untuk perlakuan
- 2) Mengisi 3 wadah dengan air bersuhu  $40^\circ C \pm 2^\circ C$  sebanyak 3 liter
- 3) Memasukkan tahu kedalam wadah selama 15 menit lalu ditiriskan 15 menit
- 4) Memasukkan tahu kedalam wadah selama 30 menit lalu ditiriskan 15 menit
- 5) Memasukkan tahu kedalam wadah selama 45 menit lalu ditiriskan 15 menit

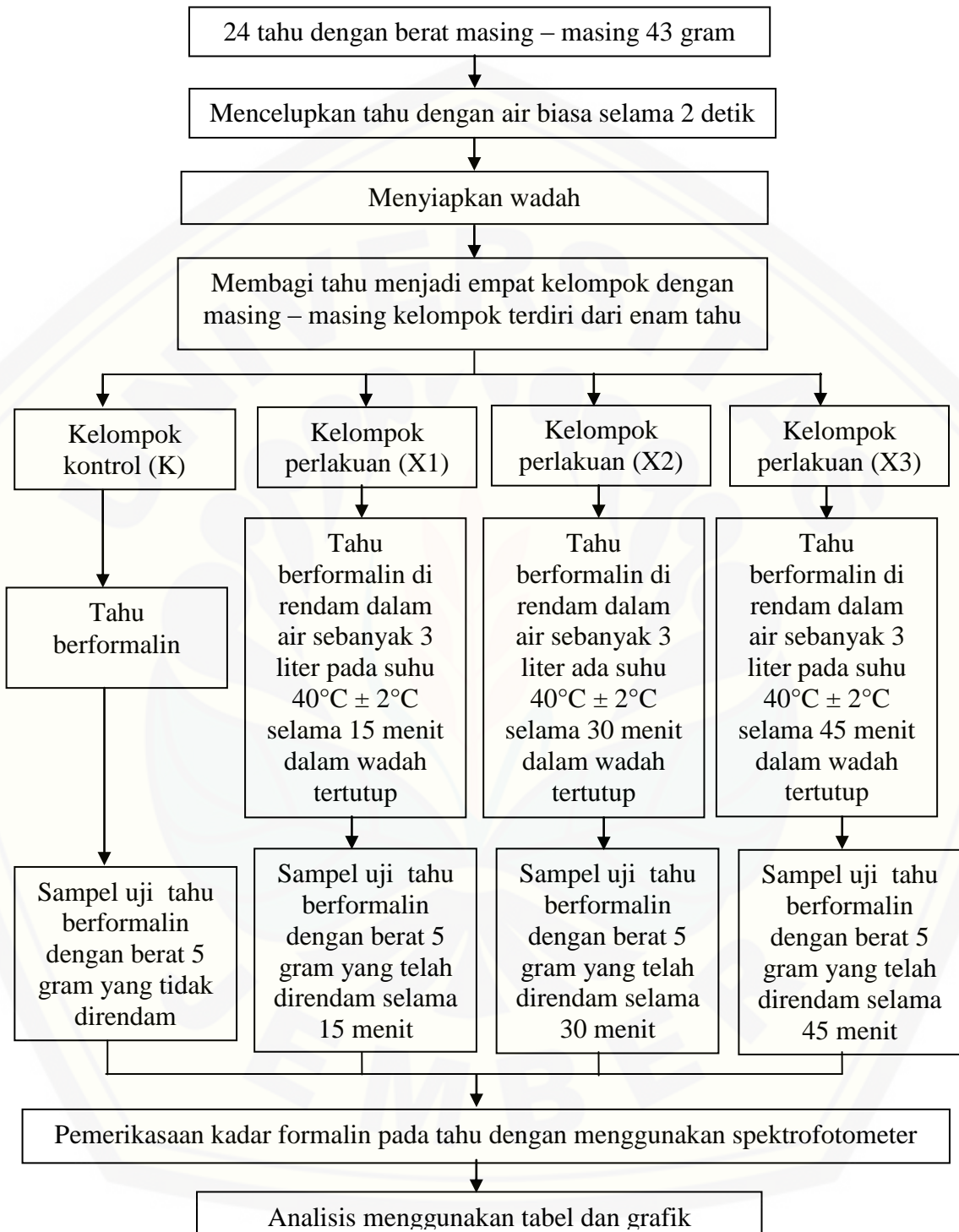


Gambar 3.2 Ilustrasi perendaman tahu dalam air pada suhu  $40^\circ C \pm 2^\circ C$

## c. Prosedur Pengujian Kadar Formalin

- 1) Membuat larutan standar formalin konsentrasi 1000 ppm dengan cara mencampurkan larutan formalin sebanyak 0,25 ml (larutan formalin 40%) dalam labu takar 100 ml dengan akuades sampai tanda batas
- 2) Membuat larutan konsentrasi 1, 3, 6, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, dan 120 ppm dengan mengencerkan larutan standar formalin dalam labu takar 100 ml dengan akuades sampai tanda batas
- 3) Membuat larutan pereaksi  
Melarutkan 1,8 dihidroksinaftalen 3,6 disulfat dalam  $\text{H}_2\text{SO}_4$  72% (500 mg/100 ml)
- 4) Memasukkan larutan pereaksi sebanyak 5 ml ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 1 ml larutan konsentrasi (di buat untuk seluruh konsentrasi)
- 5) Memanaskan tabung reaksi ke dalam penangas air selama 15 menit dan mengukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 560 nm
- 6) Mencampurkan 5 gram sampel dengan 50 ml air dengan cara menggerusnya dalam lumpang dan di asamkan dengan  $\text{H}_3\text{PO}_4$
- 7) Memasukkan ke dalam labu takar dan di destilasi
- 8) Menambahkan larutan pereaksi sampai tanda batas labu takar
- 9) mengukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 560 nm dan menghitung kadar formalinnya dengan persamaan garis regresi linier  $Y=a+bX$ .

## 3.7.1 Alur Prosedur Penelitian



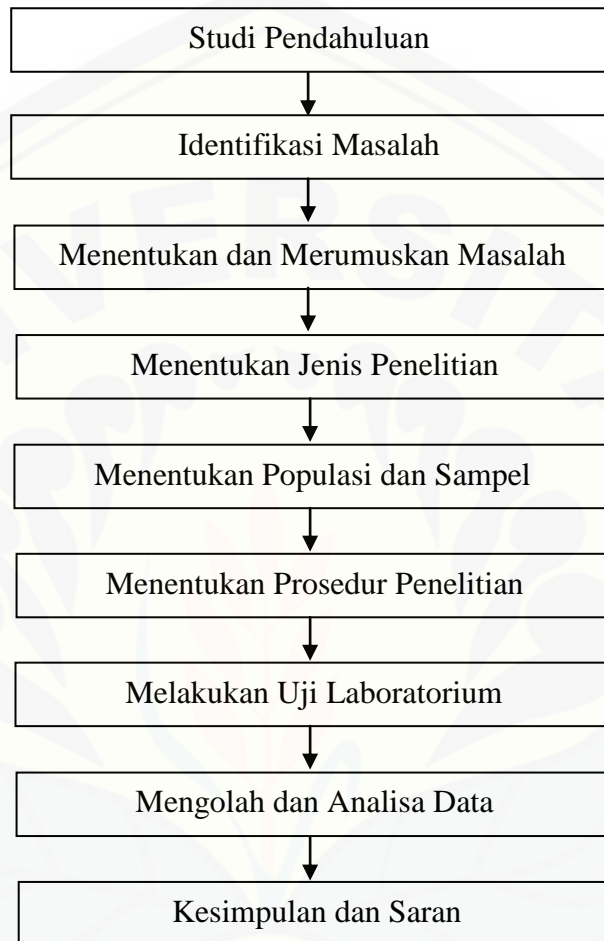
Gambar 3.3 Kerangka alur prosedur penelitian

### 3.8 Teknik Penyajian dan Analisis Data

Cara penyajian data penelitian ini dilakukan melalui berbagai bentuk. Pada umumnya dikelompokkan menjadi tiga, yakni data dalam bentuk teks, penyajian dalam bentuk tabel dan penyajian dalam bentuk grafik (Notoatmodjo, 2010:188). Dalam penelitian ini, data disajikan dalam bentuk tabel dan grafik setelah itu dinarasikan sebagai penjelasan.

Analisis data menggunakan uji hipotesis. Uji hipotesis dilakukan untuk melihat penurunan kadar formalin antara tahu tanpa melalui proses perendaman dengan tahu yang direndam dalam air pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit, 30 menit, dan 45 menit. Uji hipotesis dilakukan secara statistik dengan menggunakan uji One Way Anova dengan  $\alpha = 0,05$ .

### 3.9 Kerangka Alur Penelitian



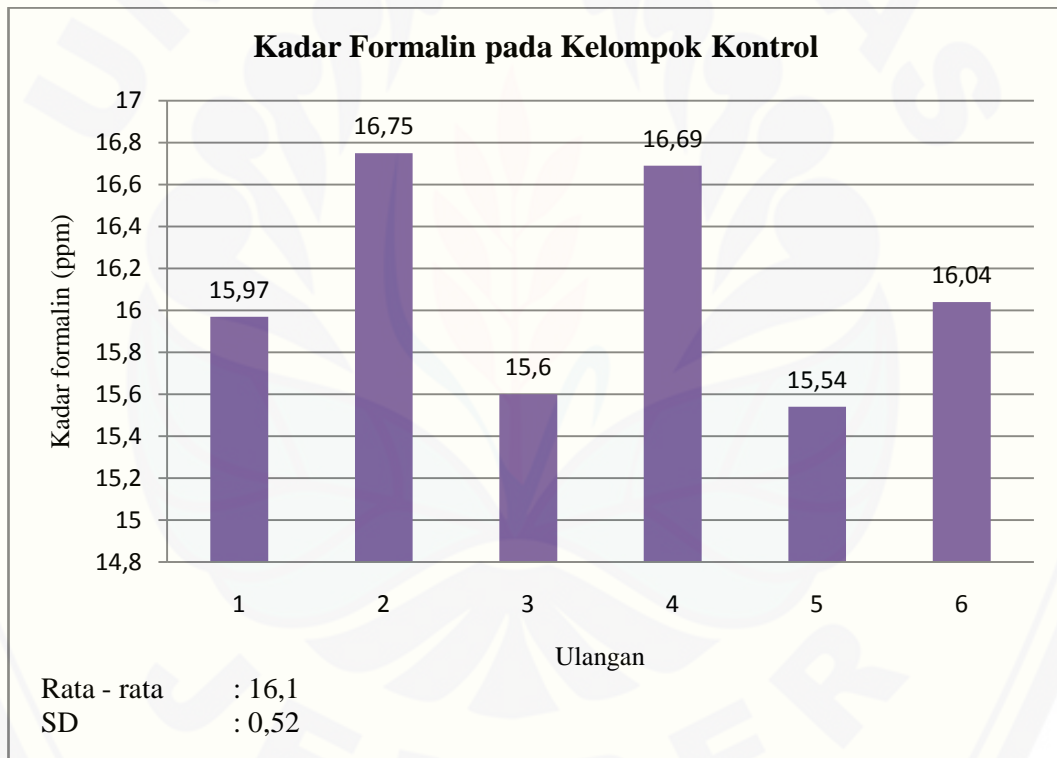
Gambar 3.4 Alur penelitian



**BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Analisis Kadar Formalin pada Tahu Sebelum Direndam dalam Air pada Suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$**

Penelitian ini dilakukan untuk menguji penurunan kadar formalin pada tahu dengan perendaman dalam air hangat. Pemeriksaan kadar formalin pada tahu dilakukan di laboratorium analisa pangan Politeknik Negeri Jember. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan bahwa rata – rata kadar formalin sebelum direndam dengan air hangat sebesar 16,10 ppm sebagaimana ditampilkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Kadar formalin pada kelompok kontrol sebelum tahu direndam dalam air hangat

Berdasarkan Gambar 4.1 diketahui bahwa setiap ulangan memiliki kadar formalin yang berbeda. Kadar tertinggi terdapat pada ulangan ke 2 yaitu 16,75 ppm, dan kadar terendah terdapat pada ulangan ke 5 yaitu 15,54 ppm. Kadar ppm yang berbeda dapat dipengaruhi oleh proses pembuatan tahu yang dilakukan oleh industri. Ketika proses pembuatan, dimungkinkan perendaman tahu dalam

formalin tidak dilakukan pada waktu bersamaan, dan dalam satu wadah dapat diisi dengan beberapa tahu sehingga penyerapan formalin dalam tahu tidak sama. Formalin ditambahkan ke dalam tahu pada proses perendaman ketika tahu sudah jadi. Hal tersebut sesuai dengan teori yang diungkapkan oleh Widyarningsih (2006:54), bahwa formalin digunakan pada proses perendaman tahu. Untuk lebih lanjutnya penulis tidak menemukan teori yang menyatakan bahwa formalin ditambahkan pada tahu yang sudah jadi dimana waktu dan wadah mempengaruhi perbedaan kadar formalin walaupun dalam satu produk dan tanggal kadaluwarsa yang sama. Karena formalin sangat dilarang penggunaannya dalam makanan, sehingga tidak mungkin dipublikasikan dan penelitian penulis mengenai *pengurangan kadar formalin pada tahu dengan perendaman dalam air hangat* tidak pernah dilakukan sebelumnya. Tetapi terdapat penelitian yang dilakukan oleh purawisastra (2011:71) yaitu mengenai penyerapan formalin pada tahu, daging dada ayam, dan mie basah dimana peneliti dengan sengaja menambahkan larutan formalin 1% (salah satu sampel adalah tahu) dan didapatkan kadar formalin pada tiap sampel tahu berbeda. Purawisastra (2011:71) menjelaskan penyerapan formalin selama perendaman tidak sama, faktor yang mungkin berpengaruh adalah kandungan airnya. Formalin mudah mengikat air. Ketika kandungan air dalam tahu tinggi maka formalin akan lebih banyak terikat dari pada tahu dengan kandungan air yang rendah. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Midayanto (2014:263), kandungan air pada tahu dipengaruhi ketika proses pencetakan (penekanan) dan pada proses perendaman biji kedelai. Diduga waktu dan lama pencetakan (penekanan) dalam pembuatan tahu dapat menghilangkan sebagian air. Semakin lama waktu yang digunakan maka banyak air yang keluar dan menurunkan kadar air tahu. Proses perendaman biji kedelai yang terlalu lama juga dapat mengakibatkan lunaknya struktur biji kedelai sehingga air lebih mudah masuk ke dalam struktur selnya sehingga kadar air tahu menjadi tinggi.

Hasil pengukuran memberikan gambaran bahwa terdapat kadar formalin yang tinggi dalam tahu dimana formalin seharusnya tidak boleh ada dalam makanan. Hal ini sesuai dengan peraturan menteri kesehatan nomor 33 tahun 2012, yang menjelaskan bahwa formalin merupakan bahan yang dilarang untuk

digunakan sebagai bahan tambahan makanan dan didukung pula dalam SNI 01-3142-1998 tentang tahu bahwa formalin tidak boleh ada dalam tahu.

#### 4.2 Analisis Kadar Formalin pada Tahu dengan Perendaman dalam Air pada Suhu $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ Selama 15 Menit

Hasil penelitian eksperimen penurunan kadar formalin pada tahu dengan perendaman dalam air hangat selama 15 menit adalah sebagai berikut.



Gambar 4.2 Kadar formalin pada kelompok perlakuan dengan perendaman tahu dalam air hangat selama 15 menit

Kadar formalin pada kelompok perlakuan X1 mengalami penurunan sebagaimana ditampilkan pada gambar 4.2. Perlakuan pada penelitian ini dilakukan sebanyak enam kali pengulangan dengan perendaman dalam air hangat pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  sebanyak 3 liter selama 15 menit dengan hasil rata-rata 13,38 ppm. Kadar tertinggi terdapat pada ulangan ke 6 yaitu 13,76 ppm, dan kadar terendah terdapat pada ulangan ke 3 yaitu 12,52 ppm. Kadar ppm yang berbeda dapat dipengaruhi oleh proses pembuatan tahu yang dilakukan oleh industri. Ketika proses pembuatan, dimungkinkan perendaman tahu dalam formalin tidak

dilakukan pada waktu bersamaan, dan dalam satu wadah dapat di isi dengan beberapa tahu sehingga penyerapan formalin dalam tahu tidak sama. Formalin ditambahkan ke dalam tahu pada proses perendaman ketika tahu sudah jadi. Hal tersebut sesuai dengan teori yang diungkapkan oleh Widyaningsih (2006:54), bahwa formalin digunakan pada proses perendaman tahu. Untuk lebih lanjutnya penulis tidak menemukan teori yang menyatakan bahwa formalin di tambahkan pada tahu yang sudah jadi dimana waktu dan wadah mempengaruhi perbedaan kadar formalin walaupun dalam satu produk dan tanggal kadaluwarsa yang sama. Karena formalin sangat dilarang penggunaannya dalam makanan, sehingga tidak mungkin dipublikasikan dan penelitian penulis mengenai *pengurangan kadar formalin pada tahu dengan perendaman dalam air hangat* tidak pernah dilakukan sebelumnya. Tetapi terdapat penelitian yang di lakukan oleh purawisastra (2011:71) yaitu mengenai penyerapan formalin pada tahu, daging dada ayam, dan mie basah dimana peneliti dengan sengaja menambahkan larutan formalin 1% (salah satu sampel adalah tahu) dan didapatkan kadar formalin pada tiap sampel tahu berbeda. Purawisastra (2011:71) menjelaskan penyerapan formalin selama perendaman tidak sama, faktor yang mungkin berpengaruh adalah kandungan airnya. Formalin mudah mengikat air. Ketika kandungan air dalam tahu tinggi maka formalin akan lebih banyak terikat dari pada tahu dengan kandungan air yang rendah. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Midayanto (2014:263), kandungan air pada tahu dipengaruhi ketika proses pencetakan (penekanan) dan pada proses perendaman biji kedelai. Diduga waktu dan lama pencetakan (penekanan) dalam pembuatan tahu dapat menghilangkan sebagian air. Semakin lama waktu yang digunakan maka banyak air yang keluar dan menurunkan kadar air tahu. Proses perendaman biji kedelai yang terlalu lama juga dapat mengakibatkan lunaknya struktur biji kedelai sehingga air lebih mudah masuk ke dalam struktur selnya sehingga kadar air tahu menjadi tinggi.

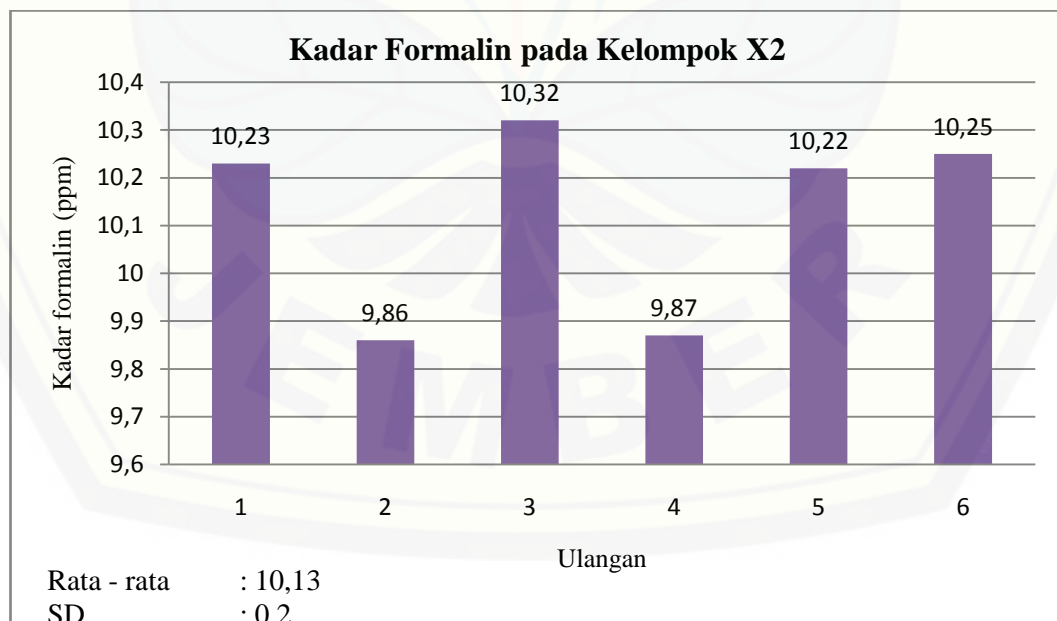
Apabila dibandingkan dengan kadar formalin sebelum dilakukan perlakuan yaitu 16,10 ppm, maka kelompok perlakuan dengan perendaman dalam air hangat selama 15 menit mampu menurunkan kadar formalin sebesar 2,72 ppm atau 16,89%. Berdasarkan data tersebut dapat dikatakan bahwa dengan



perendaman dalam air hangat pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit mampu menurunkan kadar formalin pada tahu. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Budiarti (2009:5), menjelaskan bahwa perendaman mie basah dalam air hangat dengan suhu  $40^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit, terjadi penurunan kadar formalin sebesar 39,77%. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Kusmadina (2006:32), perebusan tahu dapat menurunkan kadar formalin tahu sebesar 37,86%. Namun tahu tersebut masih tidak layak jika di konsumsi karena masih mengandung formalin yang cukup tinggi dimana seharusnya tidak boleh ada kandungan formalin sama sekali. Hal ini sesuai dengan peraturan menteri kesehatan nomor 33 tahun 2012, yang menjelaskan bahwa formalin merupakan bahan yang dilarang untuk digunakan sebagai bahan tambahan makanan dan disebutkan juga dalam SNI 01-3142-1998 tentang tahu bahwa formalin tidak boleh ada dalam tahu.

#### 4.3 Analisis Kadar Formalin pada Tahu dengan Perendaman dalam Air pada Suhu $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ Selama 30 Menit

Hasil penelitian eksperimen penurunan kadar formalin pada tahu dengan perendaman dalam air hangat selama 30 menit adalah sebagai berikut.



Gambar 4.3 Kadar formalin pada kelompok perlakuan dengan perendaman tahu dalam air hangat selama 30 menit



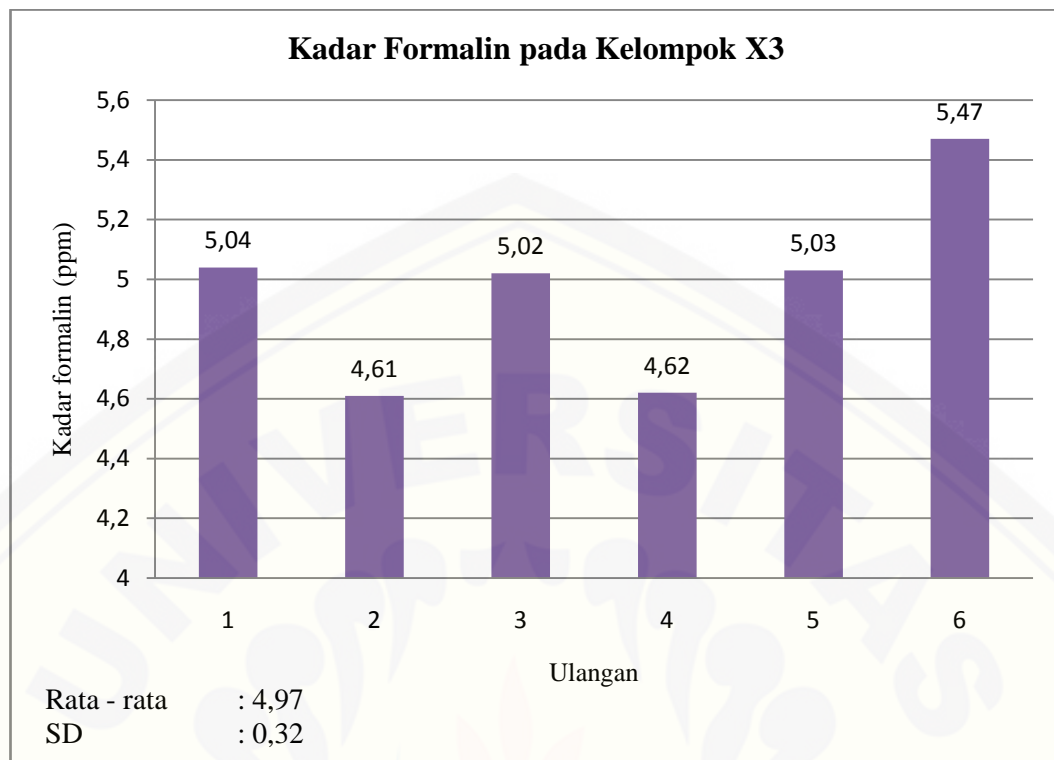
Kadar formalin pada kelompok perlakuan X2 mengalami penurunan sebagaimana ditampilkan pada gambar 4.3. Perlakuan pada penelitian ini dilakukan sebanyak enam kali pengulangan dengan perendaman dalam air hangat pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  sebanyak 3 liter selama 30 menit dengan hasil rata-rata 10,13 ppm. Setiap pengulangan memiliki kadar formalin yang berbeda, dikarenakan kadar sebelum perlakuan sudah berbeda. Kadar ppm yang berbeda dapat dipengaruhi oleh proses pembuatan tahu yang dilakukan oleh industri. Ketika proses pembuatan, dimungkinkan perendaman tahu dalam formalin tidak dilakukan pada waktu bersamaan, dan dalam satu wadah dapat di isi dengan beberapa tahu sehingga penyerapan formalin dalam tahu tidak sama. Formalin ditambahkan ke dalam tahu pada proses perendaman ketika tahu sudah jadi. Hal tersebut sesuai dengan teori yang diungkapkan oleh Widyaningsih (2006:54), bahwa formalin digunakan pada proses perendaman tahu. Untuk lebih lanjutnya penulis tidak menemukan teori yang menyatakan bahwa formalin di tambahkan pada tahu yang sudah jadi dimana waktu dan wadah mempengaruhi perbedaan kadar formalin walaupun dalam satu produk dan tanggal kadaluwarsa yang sama. Karena formalin sangat dilarang penggunaannya dalam makanan, sehingga tidak mungkin dipublikasikan dan penelitian penulis mengenai *pengurangan kadar formalin pada tahu dengan perendaman dalam air hangat* tidak pernah dilakukan sebelumnya. Tetapi terdapat penelitian yang di lakukan oleh purawisastra (2011:71) yaitu mengenai penyerapan formalin pada tahu, daging dada ayam, dan mie basah dimana peneliti dengan sengaja menambahkan larutan formalin 1% (salah satu sampel adalah tahu) dan didapatkan kadar formalin pada tiap sampel tahu berbeda. Purawisastra (2011:71) menjelaskan penyerapan formalin selama perendaman tidak sama, faktor yang mungkin berpengaruh adalah kandungan airnya. Formalin mudah mengikat air. Ketika kandungan air dalam tahu tinggi maka formalin akan lebih banyak terikat dari pada tahu dengan kandungan air yang rendah. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Midayanto (2014:263), kandungan air pada tahu dipengaruhi ketika proses pencetakan (penekanan) dan pada proses perendaman biji kedelai. Diduga waktu dan lama pencetakan

(penekanan) dalam pembuatan tahu dapat menghilangkan sebagian air. Semakin lama waktu yang digunakan maka banyak air yang keluar dan menurunkan kadar air tahu. Proses perendaman biji kedelai yang terlalu lama juga dapat mengakibatkan lunaknya struktur biji kedelai sehingga air lebih mudah masuk ke dalam struktur selnya sehingga kadar air tahu menjadi tinggi.

Apabila dibandingkan dengan kadar formalin sebelum dilakukan perlakuan yaitu 16,10 ppm, maka kelompok perlakuan dengan perendaman dalam air hangat selama 30 menit mampu menurunkan kadar formalin sebesar 5,97 ppm atau 37,08%. Berdasarkan data tersebut dapat dikatakan bahwa dengan perendaman dalam air hangat pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit mampu menurunkan kadar formalin pada tahu. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Budiarti (2009:8), menjelaskan bahwa perendaman mie basah dalam air hangat dengan suhu  $40^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit, terjadi penurunan kadar formalin sebesar 39,77%. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Kusmadina (2006:32), perebusan tahu dapat menurunkan kadar formalin tahu sebesar 37,86%. Namun tahu tersebut masih tidak layak jika di konsumsi karena masih mengandung formalin yang cukup tinggi dimana seharusnya tidak boleh ada kandungan formalin sama sekali. Hal ini sesuai dengan peraturan menteri kesehatan nomor 33 tahun 2012, yang menjelaskan bahwa formalin merupakan bahan yang dilarang untuk digunakan sebagai bahan tambahan makanan dan disebutkan juga dalam SNI 01-3142-1998 tentang tahu bahwa formalin tidak boleh ada dalam tahu.

#### **4.4 Analisis Kadar Formalin pada Tahu dengan Perendaman dalam Air pada Suhu $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ Selama 45 Menit**

Hasil penelitian eksperimen penurunan kadar formalin pada tahu dengan perendaman dalam air hangat selama 30 menit adalah sebagai berikut.



Gambar 4.4 Kadar formalin pada kelompok perlakuan dengan perendaman tahu dalam air hangat selama 45 menit

Kadar formalin pada kelompok perlakuan X3 mengalami penurunan sebagaimana ditampilkan pada gambar 4.3. Perlakuan pada penelitian ini dilakukan sebanyak enam kali pengulangan dengan perendaman dalam air hangat pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  sebanyak 3 liter selama 45 menit dengan hasil rata-rata 4,97 ppm. Kadar tertinggi terdapat pada ulangan ke 6 yaitu 5,47 ppm, dan kadar terendah terdapat pada ulangan ke 2 yaitu 4,61 ppm. Kadar ppm yang berbeda dapat dipengaruhi oleh proses pembuatan tahu yang dilakukan oleh industri. Ketika proses pembuatan, dimungkinkan perendaman tahu dalam formalin tidak dilakukan pada waktu bersamaan, dan dalam satu wadah dapat di isi dengan beberapa tahu sehingga penyerapan formalin dalam tahu tidak sama. Formalin ditambahkan ke dalam tahu pada proses perendaman ketika tahu sudah jadi. Hal tersebut sesuai dengan teori yang diungkapkan oleh Widyaningsih (2006:54), bahwa formalin digunakan pada proses perendaman tahu. Untuk lebih lanjutnya penulis tidak menemukan teori yang menyatakan bahwa formalin di tambahkan pada tahu yang sudah jadi dimana waktu dan wadah mempengaruhi perbedaan

kadar formalin walaupun dalam satu produk dan tanggal kadaluwarsa yang sama. Karena formalin sangat dilarang penggunaannya dalam makanan, sehingga tidak mungkin dipublikasikan dan penelitian penulis mengenai *pengurangan kadar formalin pada tahu dengan perendaman dalam air hangat* tidak pernah dilakukan sebelumnya. Tetapi terdapat penelitian yang dilakukan oleh purawisastra (2011:71) yaitu mengenai penyerapan formalin pada tahu, daging dada ayam, dan mie basah dimana peneliti dengan sengaja menambahkan larutan formalin 1% (salah satu sampel adalah tahu) dan didapatkan kadar formalin pada tiap sampel tahu berbeda. Purawisastra (2011:71) menjelaskan penyerapan formalin selama perendaman tidak sama, faktor yang mungkin berpengaruh adalah kandungan airnya. Formalin mudah mengikat air. Ketika kandungan air dalam tahu tinggi maka formalin akan lebih banyak terikat dari pada tahu dengan kandungan air yang rendah. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Midayanto (2014:263), kandungan air pada tahu dipengaruhi ketika proses pencetakan (penekanan) dan pada proses perendaman biji kedelai. Diduga waktu dan lama pencetakan (penekanan) dalam pembuatan tahu dapat menghilangkan sebagian air. Semakin lama waktu yang digunakan maka banyak air yang keluar dan menurunkan kadar air tahu. Proses perendaman biji kedelai yang terlalu lama juga dapat mengakibatkan lunaknya struktur biji kedelai sehingga air lebih mudah masuk ke dalam struktur selnya sehingga kadar air tahu menjadi tinggi.

Apabila dibandingkan dengan kadar formalin sebelum dilakukan perlakuan yaitu 16,10 ppm, maka kelompok perlakuan dengan perendaman dalam air hangat selama 45 menit mampu menurunkan kadar formalin sebesar 11,13 ppm atau 69,13%. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Budiarti (2009:8), menjelaskan bahwa perendaman mie basah dalam air hangat dengan suhu 40°C selama 15 menit, terjadi penurunan kadar formalin sebesar 39,77%. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Kusmadina (2006:32), perebusan tahu dapat menurunkan kadar formalin tahu sebesar 37,86%. Berdasarkan data tersebut dapat dikatakan bahwa dengan perendaman dalam air hangat pada suhu 40°C ± 2°C selama 45 menit mampu menurunkan kadar formalin pada tahu. Namun tahu tersebut masih tidak layak jika di konsumsi karena masih mengandung formalin



yang cukup tinggi dimana seharusnya tidak boleh ada kandungan formalin sama sekali. Hal ini sesuai dengan peraturan menteri kesehatan nomor 33 tahun 2012, yang menjelaskan bahwa formalin merupakan bahan yang dilarang untuk digunakan sebagai bahan tambahan makanan dan disebutkan juga dalam SNI 01-3142-1998 tentang tahu bahwa formalin tidak boleh ada dalam tahu.

#### **4.5 Analisis Perbedaan Penurunan Kadar Formalin pada Tahu Sebelum Direndam dengan Setelah Perendaman dalam Air Pada Suhu $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ Selama 15 Menit, 30 Menit, Dan 45 Menit**

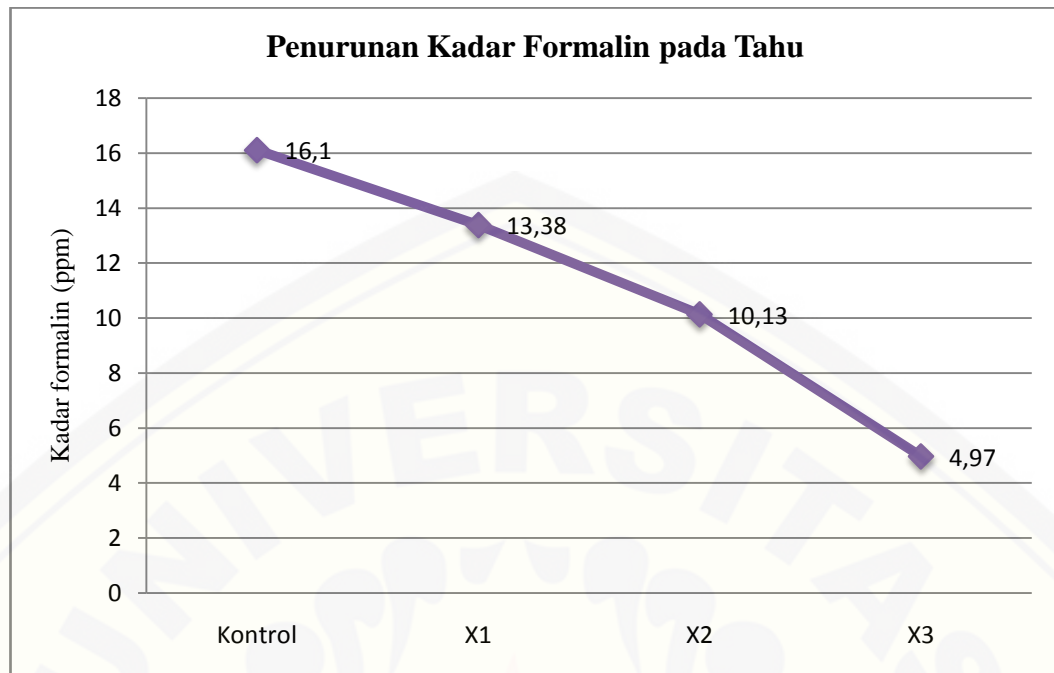
Berdasarkan hasil penjabaran di atas maka diketahui bahwa terdapat penurunan kadar formalin pada tahu dengan perendaman dalam air hangat pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  yang berbeda antara kelompok perlakuan yang satu dengan yang lainnya, yaitu sebagai berikut.

Tabel 4.1 Rata - rata penurunan kadar formalin pada tiap kelompok penelitian

No.	Perlakuan	Kontrol (ppm)	Rata-rata Kadar formalin tiap perlakuan (ppm)	Presentase Penurunan Kadar Formalin (%)
1.	X1	16,10	13,38	16,89
2.	X2	16,10	10,13	37,08
3.	X3	16,10	4,97	69,13

Dalam penelitian ini, tahu mengalami 3 perlakuan perendaman dalam air hangat dengan lama waktu yang berbeda. Tabel 4.1 menunjukkan bahwa kelompok – kelompok perlakuan memiliki kemampuan penurunan kadar formalin yang bervariasi. Penurunan kadar formalin pada tahu dengan perendaman dalam air hangat selama 15 menit, 30 menit, dan 45 menit dapat dilihat pada grafik di bawah ini.





Gambar 4.5 Penurunan kadar formalin pada tahu dengan perendaman dalam air hangat selama 15 menit, 30 menit, dan 45 menit

Keterangan :

Kontrol : tahu berformalin yang dicelupkan dengan air biasa selama 2 detik

X1 : tahu berformalin yang direndam dalam air dengan suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit

X2 : tahu berformalin yang direndam dalam air dengan suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit

X3 : tahu berformalin yang direndam dalam air dengan suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 45 menit

Penurunan kadar formalin tertinggi terjadi pada kelompok X3 dengan kemampuan penurunan kadar formalin sebesar 69,13%, sedangkan kemampuan penurunan kadar formalin terendah terjadi pada kelompok X1 dengan kemampuan penurunan kadar formalin sebesar 16,89%.

Berdasarkan data tersebut dapat dikatakan bahwa perendaman tahu berformalin dalam air hangat mampu membantu menurunkan kadar formalin dengan ketentuan semakin lama perendaman maka kadar formalin semakin turun. Hal ini dapat ditunjukkan dengan lebih besarnya kadar formalin pada tahu tanpa

melalui proses perendaman dalam air hangat, dan lebih besarnya kadar formalin pada perendaman dalam air hangat selama 15 menit dibandingkan dengan perendaman dalam air hangat selama 45 menit. Penurunan kadar formalin pada perlakuan dengan kombinasi suhu hangat dan air sebagai media penghantar panas disebabkan karena sifat formalin yang larut dalam air. Hal tersebut sesuai dengan teori Fessenden dan Fessenden (1997:7) yang menyatakan bahwa formalin dapat membentuk ikatan hidrogen dengan atom hidrogen dari air. Menurut Purawisastra (2011:72) panas diperlukan untuk membantu menurunkan kadar formalin pada tahu. Sehingga semakin lama perendaman maka kadar formalin semakin turun dimana reaksi hidrolisis juga akan berlangsung lebih lama, seperti yang dijelaskan oleh Wilbraham dan Matta (1992:88) bahwa panas dan katalis biasanya diperlukan agar reaksi hidrolisis berlangsung.

Untuk mengetahui perbedaan yang terjadi antar kelompok perlakuan maka sebelumnya perlu dilakukan beberapa uji diantaranya tes normalitas dan homogenitas varian serta uji perbedaan populasi. Tes normalitas dan homogenitas ini bertujuan untuk mengetahui apakah seluruh varian populasi adalah berdistribusi normal atau tidak dan sama atau tidak. Hasil tes normalitas dari kadar formalin pada tahu adalah data berdistribusi normal, sedangkan hasil tes homogenitas sebesar 0,312. Artinya, populasi yang ada memiliki varian yang sama karena memiliki nilai tingkat signifikansi lebih besar daripada 0,05. Hasil ini menunjukkan bahwa salah satu asumsi dasar yang harus dipenuhi dalam analisis ANOVA terpenuhi, sehingga dapat menggunakan analisis parametrik, yaitu uji F dengan uji Post Hoc.

Uji F merupakan salah satu langkah dalam prosedur pengujian ANOVA. Secara spesifik, uji ini untuk mengetahui apakah ada perbedaan rerata antara dua populasi dan dapat dilakukan dengan syarat jika tes homogenitas terpenuhi. Nilai signifikansi F hitung dari kadar formalin pada tahu adalah 0,000. Hal ini menunjukkan probabilitasnya lebih kecil daripada 0,05. Artinya, seluruh kelompok perlakuan memiliki rata – rata populasi yang berbeda, baik pada kelompok kontrol, kelompok X1, kelompok X2, dan kelompok X3. Perbedaan

antar kelompok perlakuan yang terjadi secara nyata ini disebabkan oleh perbedaan perlakuan lama perendaman dalam air hangat pada tahu.

Berdasarkan uraian di atas, terjadi tingkat penurunan kadar formalin yang berbeda dalam tahu. Untuk mengetahui lebih lanjut mengenai hubungan perbedaan yang ada antara kelompok – kelompok perlakuan, maka diperlukan uji Post Hoc untuk mengetahui sejauh mana perbedaan yang terjadi. Uji Post Hoc merupakan salah satu alternatif uji t minimal dua sampel bebas ketika data berskala ordinal dan berdistribusi normal.

#### 4.5.1 Perbedaan Kelompok Kontrol dengan Kelompok X1, X2, dan X3

Untuk mengetahui perbedaan yang terjadi pada kelompok kontrol dengan kelompok X1, X2, dan X3, dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Tingkat perbedaan kadar formalin pada kelompok kontrol

<b>Kelompok Perlakuan</b>	<b>Kelompok Perlakuan</b>	<b>Signifikansi</b>
Kontrol	X1	0,000
	X2	0,000
	X3	0,000

Berdasarkan tabel 4.2 dijelaskan bahwa kelompok kontrol berbeda signifikan dengan kelompok perlakuan lain. Kelompok kontrol memiliki perbedaan yang signifikan dengan kelompok X1 atau kelompok tahu yang direndam dengan air hangat selama 15 menit yang memiliki nilai signifikansi p 0,000. Artinya, dengan nilai probabilitas lebih kecil daripada 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dengan kelompok X1. Kelompok kontrol juga dibandingkan dengan kelompok X2 atau kelompok tahu yang direndam dengan air hangat selama 30 menit yang hasilnya memiliki nilai signifikansi p 0,000. Artinya, dengan nilai probabilitas lebih kecil daripada 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dengan kelompok X2. Perbandingan perbedaan juga dilakukan antara kelompok kontrol dengan kelompok X3 atau kelompok tahu yang direndam dengan air hangat selama 45 menit yang hasilnya memiliki nilai signifikansi p 0,000. Artinya, dengan nilai probabilitas lebih kecil

daripada 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dengan kelompok X3.

Tingkat perbedaan kadar formalin pada kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan dapat dipengaruhi oleh perendaman tahu dalam air hangat. Dari hasil penelitian dapat dikatakan bahwa perendaman tahu dalam air hangat mampu menurunkan kadar formalin pada tahu. Formalin mengikat protein dalam tahu, untuk memecahkan formalin dengan protein dalam tahu dibutuhkan energi yaitu berupa panas dimana menggunakan air sebagai media penghantar panas. Formalin mudah mengikat air yang menyebabkan terjadinya reaksi hidrolisis. Hal tersebut sesuai dengan teori Fessenden dan Fessenden (1997:7) yang menyatakan bahwa formalin dapat membentuk ikatan hidrogen dengan atom hidrogen dari air. Sedangkan menurut Wilbraham dan Matta (1992:88) bahwa panas dan katalis biasanya diperlukan agar reaksi hidrolisis berlangsung. Sehingga perbedaan yang signifikan terjadi antara kadar formalin pada kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan.

#### 4.5.2 Perbedaan Kelompok X1 dengan Kelompok Kontrol, X2, dan X3

Untuk mengetahui perbedaan yang terjadi pada kelompok X1 dengan kelompok Kontrol, X2, dan X3, dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Tingkat perbedaan kadar formalin pada kelompok X1

Kelompok Perlakuan	Kelompok Perlakuan	Signifikansi
X1	Kontrol	0,000
	X2	0,000
	X3	0,000

Berdasarkan tabel 4.3 dijelaskan bahwa kelompok X1 berbeda signifikan dengan kelompok perlakuan lain. Kelompok X1 memiliki perbedaan yang signifikan dengan kelompok kontrol dengan hasil nilai signifikansi p 0,000. Artinya, dengan nilai probabilitas lebih kecil daripada 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok X1 dengan kelompok kontrol. Pada tabel 4.3, kelompok X1 juga dibandingkan dengan kelompok X2 yang hasilnya memiliki nilai signifikansi p 0,000. Artinya,



dengan nilai probabilitas lebih kecil daripada 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok X1 dengan kelompok X2. Perbandingan perbedaan juga dilakukan antara kelompok X1 dengan kelompok X3 yang hasilnya memiliki nilai signifikansi p 0,000. Artinya, dengan nilai probabilitas lebih kecil daripada 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok X1 dengan kelompok X3.

Tingkat perbedaan kadar formalin pada kelompok X1 dengan kelompok kontrol, X2, dan X3 dipengaruhi oleh lamanya perendaman tahu dalam air hangat. Formalin mengikat protein dalam tahu, untuk memecahkan formalin dengan protein dalam tahu dibutuhkan energi yaitu berupa panas dimana menggunakan air sebagai media penghantar panas sehingga terjadi reaksi hidrolisis. Formalin mudah mengikat air yang menyebabkan terjadinya reaksi hidrolisis. Hal tersebut sesuai dengan teori Fessenden dan Fessenden (1997:7) yang menyatakan bahwa formalin dapat membentuk ikatan hidrogen dengan atom hidrogen dari air. Menurut Wilbraham dan Matta (1992:88) bahwa panas dan katalis biasanya diperlukan agar reaksi hidrolisis berlangsung. Waktu perendaman antara X2 dan X3 lebih lama dari pada X1 yaitu dengan jarak waktu 15 menit, sehingga waktu untuk berlangsungnya reaksi hidrolisis lebih lama, sedangkan pada kelompok kontrol tidak dilakukan perendaman tahu dalam air hangat sehingga tidak terjadi reaksi hidrolisis. Maka terjadi perbedaan kadar formlain yang signifikan antara kelompok X1 dengan kelompok kontrol, X2, dan X3.

#### 4.5.3 Perbedaan Kelompok X2 dengan Kelompok Kontrol, X1, dan X3

Untuk mengetahui perbedaan yang terjadi pada kelompok X2 dengan kelompok Kontrol, X1, dan X3, dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.4 Tingkat perbedaan kadar formalin pada kelompok X2

<b>Kelompok Perlakuan</b>	<b>Kelompok Perlakuan</b>	<b>Signifikansi</b>
X2	Kontrol	0,000
	X1	0,000
	X3	0,000



Berdasarkan tabel 4.4 dijelaskan bahwa kelompok X2 berbeda signifikan dengan kelompok perlakuan lain. Kelompok X2 memiliki perbedaan yang signifikan dengan kelompok kontrol dengan hasil nilai signifikansi  $p < 0,000$ . Artinya, dengan nilai probabilitas lebih kecil daripada 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok X2 dengan kelompok kontrol. Pada tabel 4.4, kelompok X2 juga dibandingkan dengan kelompok X1 yang hasilnya memiliki nilai signifikansi  $p < 0,000$ . Artinya, dengan nilai probabilitas lebih kecil daripada 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok X2 dengan kelompok X1. Perbandingan perbedaan juga dilakukan antara kelompok X2 dengan kelompok X3 yang hasilnya memiliki nilai signifikansi  $p < 0,000$ . Artinya, dengan nilai probabilitas lebih kecil daripada 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok X2 dengan kelompok X3.

Tingkat perbedaan kadar formalin pada kelompok X2 dengan kelompok kontrol, X1, dan X3 dipengaruhi oleh lamanya perendaman tahu dalam air hangat. Formalin mengikat protein dalam tahu, untuk memecahkan formalin dengan protein dalam tahu dibutuhkan energi yaitu berupa panas dimana menggunakan air sebagai media penghantar panas sehingga terjadi reaksi hidrolisis. Formalin mudah mengikat air yang menyebabkan terjadinya reaksi hidrolisis. Hal tersebut sesuai dengan teori Fessenden dan Fessenden (1997:7) yang menyatakan bahwa formalin dapat membentuk ikatan hidrogen dengan atom hidrogen dari air. Menurut Wilbraham dan Matta (1992:88) bahwa panas dan katalis biasanya diperlukan agar reaksi hidrolisis berlangsung. X1 memiliki penurunan kadar formalin paling rendah, kemudian di ikuti oleh X2 dan penurunan paling tinggi terjadi pada X3. Semakin lama waktu perendaman maka reaksi hidrolisis berlangsung lebih lama, sedangkan pada kelompok kontrol tidak dilakukan perendaman tahu dalam air hangat sehingga tidak terjadi reaksi hidrolisis. Maka terjadi perbedaan kadar formalin yang signifikan antara kelompok X2 dengan kelompok kontrol, X1, dan X3.

#### 4.5.4 Perbedaan Kelompok X3 dengan Kelompok Kontrol, X1, dan X2

Untuk mengetahui perbedaan yang terjadi pada kelompok X3 dengan kelompok Kontrol, X1, dan X2, dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Tingkat perbedaan kadar formalin pada kelompok X3

<b>Kelompok Perlakuan</b>	<b>Kelompok Perlakuan</b>	<b>Signifikansi</b>
X3	Kontrol	0,000
	X1	0,000
	X2	0,000

Berdasarkan tabel 4.5 dijelaskan bahwa kelompok X3 berbeda signifikan dengan kelompok perlakuan lain. Kelompok X3 memiliki perbedaan yang signifikan dengan kelompok kontrol dengan hasil nilai signifikansi  $p < 0,000$ . Artinya, dengan nilai probabilitas lebih kecil daripada 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok X3 dengan kelompok kontrol. Pada tabel 4.5, kelompok X3 juga dibandingkan dengan kelompok X1 yang hasilnya memiliki nilai signifikansi  $p < 0,000$ . Artinya, dengan nilai probabilitas lebih kecil daripada 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok X3 dengan kelompok X1. Perbandingan perbedaan juga dilakukan antara kelompok X3 dengan kelompok X2 yang hasilnya memiliki nilai signifikansi  $p < 0,000$ . Artinya, dengan nilai probabilitas lebih kecil daripada 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok X3 dengan kelompok X2.

Tingkat perbedaan kadar formalin pada kelompok X3 dengan kelompok kontrol, X1, dan X2 dipengaruhi oleh lamanya perendaman tahu dalam air hangat. Formalin mengikat protein dalam tahu, untuk memecahkan formalin dengan protein dalam tahu dibutuhkan energi yaitu berupa panas dimana menggunakan air sebagai media penghantar panas sehingga terjadi reaksi hidrolisis. Formalin mudah mengikat air yang menyebabkan terjadinya reaksi hidrolisis. Hal tersebut sesuai dengan teori Fessenden dan Fessenden (1997:7) yang menyatakan bahwa formalin dapat membentuk ikatan hidrogen dengan atom hidrogen dari air. Menurut Wilbraham dan Matta (1992:88) bahwa panas dan katalis biasanya diperlukan agar reaksi hidrolisis berlangsung. X1 memiliki penurunan kadar formalin paling rendah, kemudian di ikuti oleh X2 dan penurunan paling tinggi

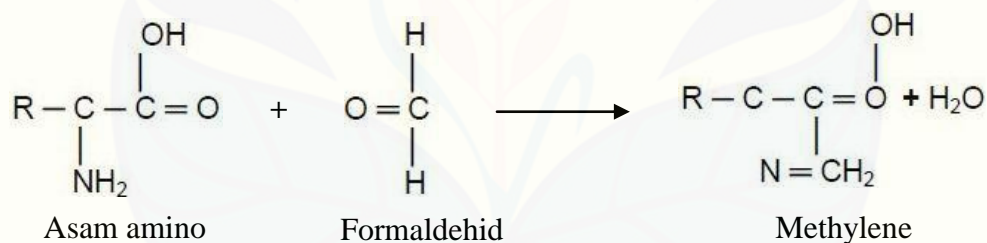
terjadi pada X3. Semakin lama waktu perendaman maka reaksi hidrolisis berlangsung lebih lama, sedangkan pada kelompok kontrol tidak dilakukan perendaman tahu dalam air hangat sehingga tidak terjadi reaksi hidrolisis. Maka terjadi perbedaan kadar formalin yang signifikan antara kelompok X3 dengan kelompok kontrol, X1, dan X2.

Penelitian yang dilakukan Winarno dalam Winarno (2004:13), melaporkan dalam percobaannya merendam tahu dalam larutan formalin dosis agak tinggi (2%) dalam waktu 30 menit, dapat memperpanjang daya simpan sampai 5 hari pada suhu kamar, tahu menjadi keras dan tidak berlendir, sedangkan tahu yang direndam tanpa formalin hanya bertahan 1-2 hari saja. Penelitian lain juga dilakukan oleh Fatemeta dalam Winarno (2004:13), menjelaskan bahwa perendaman tahu semalam dalam larutan formalin dengan konsentrasi yang lebih kecil, yaitu 0,1% - 0,15% ternyata cukup mampu mengawetkan tahu sampai 3 minggu. Bila konsentrasi formalin ditingkatkan menjadi 0,2%, tahu dapat tahan sampai satu bulan, tetapi setelah dicuci dan digoreng, kandungan formalin masih terdeteksi.

Tahu yang digunakan sebagai sampel memiliki ketahanan sampai tiga bulan, hal tersebut dapat diketahui dari tanggal kadaluwarsa yang tertera pada kemasan yaitu 19 April 2015 sedangkan tahu sudah tersedia pada bulan Januari 2015. Hal tersebut di mungkinkan kandungan formalin masih tetap ada walaupun telah dicuci dan digoreng seperti yang dikemukakan oleh Fatemeta. Ada cara yang dapat digunakan untuk mengurangi kadar formalin pada tahu sebelum melalui pengolahan lebih lanjut, yaitu dengan perendaman dalam air hangat sehingga dimungkinkan ketika tahu telah diolah, kadar formalin pada tahu akan berkurang atau bahkan negatif.

Perendaman menggunakan air mampu mereduksi kadar formalin. Penurunan kadar formalin pada perlakuan dengan kombinasi suhu hangat dan air sebagai media penghantar panas disebabkan karena sifat formalin yang larut dalam air. Senyawa formalin memiliki gugus  $\text{CH}_2\text{O}$  yang mudah mengikat air dan gugus aldehid yang mudah mengikat protein (Sugiarti dkk, 2014:93). Maka formalin dalam tahu akan berikatan dengan air hangat yang menyebabkan kadar

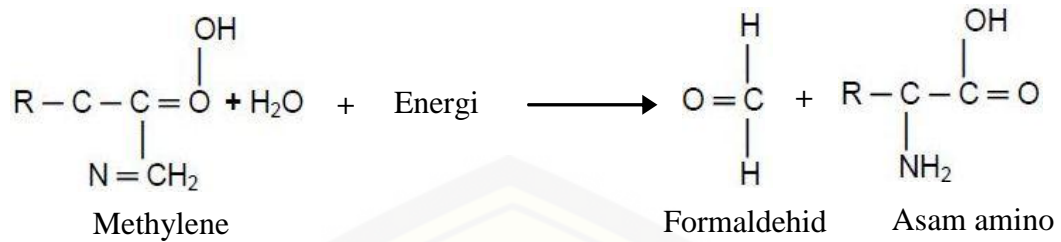
formalin pada tahu menjadi berkurang. Hal tersebut sesuai dengan teori Fessenden dan Fessenden (1997:7) yang menyatakan bahwa formalin dapat membentuk ikatan hidrogen dengan atom hidrogen dari air. Formalin mempunyai kemampuan untuk mengawetkan makanan karena memiliki gugus aldehida yang bersifat mudah bereaksi dengan protein dalam tahu membentuk senyawa *methylene* (-NCHOH) (Purawisastra, 2011:71). Mekanisme formaldehid sebagai pengawet dikarenakan bergabungnya formaldehid dengan asam amino bebas dari protoplasma sel atau mengkoagulasikan protein (Cahyadi, 2006). Ketika makanan berprotein disiram atau direndam larutan berformalin, maka gugus aldehida dari formaldehid akan mengikat unsur protein. Protein yang terikat tersebut tidak dapat digunakan oleh bakteri pembusuk, sehingga makanan berformalin menjadi lebih awet. Selain itu, protein dengan unsur *methylene* tidak dapat dicerna (Purawisastra, 2011:71). Menurut Wilbraham dan Matta (1992:97), formalin dapat digunakan untuk mengawetkan spesimen hayati. Formalin dalam larutan bergabung dengan protein dari jaringan sehingga membuatnya keras, keadaan ini mencegah pembusukan sel.



Gambar 4.6 Reaksi antara protein dan formalin membentuk senyawa methylene

Senyawa *methylene* bisa terurai kembali menjadi protein dan formalin melalui reaksi hidrolisis. Namun reaksi ini tidak terjadi secara spontan karena reaktifitas ion  $\text{H}^+$  dari air tidak reaktif terhadap senyawa *methylene*. Dengan demikian diperlukan adanya suatu tambahan energi yaitu berupa panas yang menyebabkan berkurang atau menghilangnya kandungan formalin pada tahu (Purawisastra, 2011:72). Hal ini juga dijelaskan oleh Wilbraham dan Matta (1992:88), panas dan katalis biasanya diperlukan agar reaksi hidrolisis berlangsung.





Gambar 4.7 Reaksi senyawa methylene kembali menjadi formalin dan protein

Pengukuran dan penelitian yang dilakukan, untuk mengetahui perbedaan kadar formalin pada tahu setelah direndam dengan air hangat pada suhu  $40^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  atau tanpa direndam dengan air hangat pada suhu  $40^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  dengan beberapa kelompok perlakuan. Kelompok perlakuan tersebut diantaranya kelompok kontrol yaitu tahu berformalin yang dicelupkan dengan air biasa selama 2 detik, kelompok perlakuan pertama (X1) yaitu tahu berformalin yang direndam dalam air dengan suhu  $40^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  selama 15 menit, kelompok perlakuan kedua (X2) yaitu tahu berformalin yang direndam dalam air dengan suhu  $40^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  selama 30 menit, dan kelompok perlakuan ketiga (X3) yaitu tahu berformalin yang direndam dalam air dengan suhu  $40^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  selama 45 menit.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan adanya penurunan kadar formalin pada tahu selama 15 menit, 30 menit, dan 45 menit. Penurunan terbanyak terjadi pada menit ke 45, yaitu sebesar 69,13%. Sedangkan pada menit ke 15 terjadi penurunan sebesar 16,89% dan menit ke 30 terjadi penurunan sebesar 37,08%. Hal tersebut dikarenakan kontak dengan air dan panas (proses kimia dari penurunan kadar formalin) lebih lama pada menit ke 45 dibandingkan dengan menit ke 15 dan menit ke 30. Sehingga proses hidrolisis akan berlangsung lebih lama yang menyebabkan kadar formalin dalam tahu menjadi lebih berkurang. Penelitian yang dilakukan oleh Budiarti (2009:8), menjelaskan bahwa perendaman mie basah dalam air hangat dengan suhu  $40^\circ\text{C}$  selama 15 menit, terjadi penurunan kadar formalin sebesar 39,77%. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Kusmadina (2006:32), perebusan tahu dapat menurunkan kadar formalin tahu sebesar 37,86%.



Formalin sangat dilarang untuk digunakan dalam makanan. Departemen Kesehatan Republik Indonesia berdasarkan peraturan menteri kesehatan nomor 33 tahun 2012, menjelaskan bahwa formalin merupakan bahan yang dilarang untuk digunakan sebagai bahan tambahan makanan, selain itu dijelaskan juga dalam SNI 01-3142-1998 tentang tahu bahwa formalin tidak boleh ada dalam tahu.



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan mengenai “Penurunan Kadar Formalin pada Tahu dengan Perendaman dalam Air Hangat” diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Kadar formalin pada tahu sebelum direndam dalam air pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  adalah sebesar 16,10 ppm.
- b. Rata - rata kadar formalin pada kelompok perlakuan X1 dengan perendaman dalam air pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit sebesar 13,38 ppm, dengan kemampuan dalam menurunkan kadar formalin sebesar 16,89% dari kelompok kontrol.
- c. Rata - rata kadar formalin pada kelompok perlakuan X2 dengan perendaman dalam air pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit sebesar 10,13 ppm, dengan kemampuan dalam menurunkan kadar formalin sebesar 37,08% dari kelompok kontrol.
- d. Rata - rata kadar formalin pada kelompok perlakuan X3 dengan perendaman dalam air pada suhu  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 45 menit sebesar 4,97 ppm, dengan kemampuan dalam menurunkan kadar formalin sebesar 69,13% dari kelompok kontrol.
- e. Terdapat perbedaan secara signifikan yaitu sebesar  $p < 0,000$  antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan X1, X2, dan X3. Artinya, terjadi penurunan kadar formalin secara signifikan antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan X1, X2, dan X3.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan tersebut di atas disarankan sebagai berikut:

- a. Dinas Kesehatan
  - 1) Dilakukan penyuluhan kepada para pedagang dan produsen mengenai larangan penggunaan formalin pada makanan dan dampak negatif formalin bagi tubuh.
  - 2) Dilakukan penyuluhan kepada masyarakat mengenai ciri-ciri makanan termasuk tahu yang mengandung formalin.
- b. Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM)
  - 1) Perlu meningkatkan pengawasan/sidak terhadap makanan yang beredar melalui koordinasi dengan pihak kepolisian, dinas kesehatan, maupun masyarakat.
  - 2) Melakukan uji laboratorium terhadap penggunaan bahan tambahan pangan oleh pedagang/produsen.
- c. Masyarakat
  - 1) Diharapkan masyarakat tidak menggunakan tahu berformalin.
  - 2) Dilakukan perendaman tahu dalam air hangat sebelum diolah menjadi makanan lebih lanjut untuk mengantisipasi jika tahu mengandung formalin.
- d. Pedagang/Produsen

Diharapkan menggunakan bahan pengawet yang diizinkan sesuai dosis dan tidak menggunakan formalin sebagai pengawet makanan karena berdampak negatif bagi kesehatan.
- e. Peneliti
  - 1) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut penggunaan bahan pengawet alami yang baik bagi kesehatan sebagai pengganti formalin.
  - 2) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai Analisis Resiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) untuk mengetahui berapa lama dampak konsumsi makanan berformalin dalam menimbulkan penyakit.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Arifin, Z., Murdiati, T., dan Firmansyah, R. 2005. *Deteksi Formalin dalam Ayam Broiler di Pasaran*. Jakarta: Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.
- BPOM Serang. 2014. *Ratusan Tahu Berformalin Dimusnahkan di Pasar Rau Kota Serang*. Situs Resmi Bpom. [serial online] <http://www.pom.go.id/new/index.php/view/berita/6286/Ratusan-Tahu-Berformalin-Dimusnahkan-di-Pasar-Rau-Kota-Serang.html> (27 Agustus 2014).
- Budiarti, A., Supriyanti, dan Musinah, S. 2009. Pengaruh Perendaman dalam Air Hangat Terhadap Kandungan Formalin pada Mie Basah Dari Tiga Produsen Yang Dijual di Pasar Johar Semarang. *Jurnal Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinik Volume 6, Nomor 1*. Semarang: Universitas Wahid Hasyim.
- Cahanar, S. 2006. *Makanan Sehat Hidup Sehat*. Jakarta: PT Kompas Media Nusantara.
- Cahyadi, W. 2009. *Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Deptan. 2007. *Formalin dan Masalahnya*. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian volume 29, nomor 5 [serial online] <http://pustaka.litbang.deptan.go.id/publikasi/wr295074.pdf>. (13 September 2014)
- Efendi, S. 2009. *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan*. Bandung: Alfabeta.
- Fadhilah, A., Ma'ruf, W., dan Rianingsih, L. 2013. Efektivitas Lidah Buaya (*Aloe Vera*) Di Dalam Mereduksi Formalin Pada *Fillet* Ikan Bandeng (*Chanos Chanos Forsk*) Selama Penyimpanan Suhu Dingin. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan Volume 2, Nomor 3, Tahun 2013, Halaman 21-30*. UNDIP: Semarang.
- Fessenden, R dan Fessenden, J. 1997. Terjemahan oleh Maun, S., Anas, K., dan Sally. *Dasar – Dasar Kimia Organik*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Handayani. 2007. *Bahaya Kandungan Formalin pada Makanan*. Jakarta: PT. Astra International Tbk.
- Heruwati, E., Murtini, J., Aryani, F., dan Indriati, N. 2004. *Riset Keamanan Pangan Produk Perikanan*. [Serial online]

[http://www.apsordkp.com/filesRISETKEAMANAN\\_PANGANPRODUK\\_PERIKANAN.pdf](http://www.apsordkp.com/filesRISETKEAMANAN_PANGANPRODUK_PERIKANAN.pdf) (27 September 2014)

Judarwanto, W. 2008. *Pengaruh Formalin Bagi Sistem Tubuh*. [serial online] <http://puterakembara.org/archives8/00000066.shtml>. (14 September 2014)

Kemas, A.H. 1995. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Rajawali Press.

Khomsan, A. 2008. *Sehat Itu Mudah*. Bandung: PT Mizan Publika. [serial online] <https://books.google.co.id/books?id=2gXCSGXtfQAC&pg=PA25&dq=manfaat+tahu&hl=en&sa=X&ei=pzqpVIDwF5bluQSp4HoCQ&ved=0CCQQ6AEwAQ#v=onepage&q=manfaat%20tahu&f=false> (4 Januari 2014)

Koswara, S. 2011. *Nilai Gizi, Pengawetan dan Pengolahan Tahu*. Yogyakarta: Andi.

Kusmadina, K. 2006. *Evaluasi Kadar Formaldehid Tahu pada Beberapa Aras Konsentrasi Formalin Suhu Air Rendaman dan Kondisi Perebusan*. Skripsi. Semarang: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Katolik Soegijapranata.

Midayanto, D. N., dan Yowono, S.S. 2014. Penentuan Atribut Mutu Tekstur Tahu Untuk Direkomendasikan Sebagai Syarat Tambahan Dalam Standar Nasional Indonesia. *Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 2 No 4, halaman 259-267*. Malang: FTP, Universitas Brawijaya Malang.

Mukono. 2005. *Toksikologi Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University Press.

Nazir, M. 2003. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.

Notoatmodjo, S. 2010. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: PT Rineka Cipta.

Nugrahaningtyas, S. 2010. *Analisis Kandungan Formalin dalam Tahu Putih yang Dijual Di Pasar Tradisional dan Supermarket Di Wilayah Kota Jember*. Skripsi. Jember: Universitas Jember.

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2012 Tentang Bahan Tambahan Pangan.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2004 Tentang Keamanan, Mutu Dan Gizi Pangan.



- Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia Nomor 29 Tahun 2013 Tentang Rencana Strategis Badan Pengawas Obat Dan Makanan Tahun 2010-2014.
- Persatuan Gizi Indonesia. 2009. *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Jakarta: PT Gramedia.
- Pudjiwati E. 2011. *Laporan Akuntabilitas Kinerja Instansi Pemerintah*. Surabaya: BPOM RI.
- Purawisastra, S. 2011. Penyerapan Formalin Oleh Beberapa Jenis Bahan Makanan Serta Penghilangannya Melalui Perendaman Dalam Air Panas. *Jurnal Peneliti Pusat Teknologi Terapan Kesehatan dan Epidemiologi Klinik* 34(1):63-74. Litbang: PGM.
- Rahmawati, F. Tanpa tahun. *Pengawet Makanan dan Permasalahannya*. UNY: Jurusan Pendidikan Teknik Boga dan Busana.
- Ronalyw. 2013. *Ikan Teri berformalin Penyebab Keracunan*. Berita kota: Makasar [serial online] [http://beritakotamakassar.com/Arsip/index.php?option=com\\_content&view=article&id=8412:-ikan-teri-berformalin-penyebab-keracunan](http://beritakotamakassar.com/Arsip/index.php?option=com_content&view=article&id=8412:-ikan-teri-berformalin-penyebab-keracunan) (7 November 2014)
- Saparinto, C., dan Hidayati, D. 2006. *Bahan Tambahan Pangan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sari, R.W. 2008. *Bahaya Makanan Cepat Saji*. Yogyakarta: O2 [serial online] [http://books.google.co.id/books?id=RNEU-aWSE0AC&pg=PA62&dq=jenis+pengawet+makanan&hl=en&sa=X&ei=Zsb9U\\_qrJsa9uASyqYLgCg&ved=0CCEQ6AEwAQ#v=onepage&q=jenis%20pengawet%20makanan&f=false](http://books.google.co.id/books?id=RNEU-aWSE0AC&pg=PA62&dq=jenis+pengawet+makanan&hl=en&sa=X&ei=Zsb9U_qrJsa9uASyqYLgCg&ved=0CCEQ6AEwAQ#v=onepage&q=jenis%20pengawet%20makanan&f=false) (28 Agustus 2014)
- Sarifudin, A. 2008. *Santap Ikan Berformalin, 11 PNS Keracunan*. News: Okezone [serial online] <http://news.okezone.com/read/2008/09/15/1/146100/santap-ikan-berformalin-11-pns-keracunan> (5 November 2014)
- Sarwono, S., dan Saragih, Y. 2003. *Membuat Aneka Tahu*. Jakarta: Penebar Swadaya [serial online] [https://books.google.co.id/books?id=HQHRuSkbPPAC&pg=PA32&dq=jenis+tahu&hl=en&sa=X&ei=8eCTVLPYBIaE8QWgh4DgBA&redir\\_esc=y#v=onepage&q=jenis%20tahu&f=false](https://books.google.co.id/books?id=HQHRuSkbPPAC&pg=PA32&dq=jenis+tahu&hl=en&sa=X&ei=8eCTVLPYBIaE8QWgh4DgBA&redir_esc=y#v=onepage&q=jenis%20tahu&f=false) (19 Desember 2014)
- SNI 01-0222-1995 tentang Bahan Tambahan Makanan. [serial online] <http://sertifikasibbia.com/upload/btm.pdf>. (19 November 2014).

SNI 01-3142-1998 tentang Tahu. [serial online] <http://www.scribd.com/doc/61989909/SNI-01-3142-1998-Tahu#scribd> (20 Desember 2014)

Sugiarti, M., Anggo, A., dan Riyadi, P. 2014. Efek Perendaman pada Suhu *Undercooking* dan Metode *Cooking* terhadap Pengurangan Kadar Formalin pada Cumi – Cumi (*Loligo Sp.*). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan Volume 3, Nomor 2, Halaman 90-98*. Semarang: JPBHP.

Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.

Suprapti, L. 2005. *Pembuatan Tahu*. Yogyakarta: Kanisius. [serial online] <http://books.google.co.id/books?id=ecgC14iAkgkC&pg=PA30&dq=pembuatan+tahu&hl=en&sa=X&ei=fcT9U9uDEdGyuATfrYHoAg&ved=0CC8Q6AEwAw#v=onepage&q=pembuatan%20tahu&f=false> (2 September 2014)

Tjiptaningdyah, R. 2010. Studi Keamanan Pangan Pada Tahu yang Beredar di Pasar Sidoarjo (Kajian dari kandungan Formalin). *Jurnal Berk Penel. Hayati: 15 (159–164)*. Surabaya: Fakultas Pertanian Universitas DR. Soetomo.

Wahab, R. 2012. Pengaruh Formalin Peroral Dosis Bertingkat Selama 12 Minggu Terhadap Gambaran Histopatologis Duodenum Tikus Wistar. *Laporan Hasil Karya Tulis Ilmiah*. Universitas Diponegoro: Fakultas Kedokteran.

Widyaningsih, T., dan Murtini, E. 2006. *Alternatif Pengganti Formalin Pada Produk Pangan*. Surabaya: Trubus Agirasana.

Wikanta, W., Abdurrajak., Sumarno., dan Amin, M. 2011. Pengaruh Penambahan Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi L.*) Dan Perebusan Terhadap Kadar Residu Formalin Dan Profil Protein Udang Putih (*Letapenaeus Vannamei*) Berformalin Serta Pemanfaatannya Sebagai Sumber Pendidikan Gizi Dan Keamanan Pangan Pada Masyarakat. *Seminar Nasional VIII Pendidikan Biologi*. UNS: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan.

Wilbraham, A dan Matta, M. 1992. Terjemahan oleh Achmadi. *Pengantar Kimia Organik dan Hayati*. ITB: Bandung.

Winarno, F.G. 2004. *Keamanan Pangan*. Bogor: Mbrilio Press.

Wisnu, C. 2006. *Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta: Bumi Aksara.

LAMPIRAN A. Uji Statistika

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		PPM	SAMPEL
N		24	24
Normal Parameters(a,b)	Mean	11.1421	2,50
	Std. Deviation	4.25126	1,142
Most Extreme Differences	Absolute	,159	,169
	Positive	,159	,169
	Negative	-,157	-,169
Kolmogorov-Smirnov Z		,779	,829
Asymp. Sig. (2-tailed)		,579	,498

a Test distribution is Normal.

b Calculated from data.

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,270	3	20	,312

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	412,581	3	137,527	886,475	0,000
Within Groups	3,103	20	,155		
Total	415,689	23			

POST HOC TESTS

Multiple Comparisons

Dependent Variable: PPM

Tukey HSD

(I) SAMPSEL	(J) SAMPSEL	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	15 menit	2.7183*	.22741	,000	2.0818	3.3548
	30 menit	5.9733*	.22741	,000	5.3368	6.6098
	45 menit	11.1333*	.22741	,000	10.4968	11.7698
15 menit	Kontrol	-2.7183*	.22741	,000	-3.3548	-2.0818
	30 menit	3.2550*	.22741	,000	2.6185	3.8915
	45 menit	8.4150*	.22741	,000	7.7785	9.0515
30 menit	Kontrol	-5.9733*	.22741	,000	-6.6098	-5.3368
	15 menit	-3.2550*	.22741	,000	-3.8915	-2.6185
	45 menit	5.1600*	.22741	,000	4.5235	5.7965
45 menit	Kontrol	-11.1333*	.22741	,000	-11.7698	-10.4968
	15 menit	-8.4150*	.22741	,000	-9.0515	-7.7785
	30 menit	-5.1600*	.22741	,000	-5.7965	-4.5235

\* The mean difference is significant at the .05 level.



## LAMPIRAN B. Hasil Pengukuran Kadar Formalin di Laboratorium

Revisi : 0


**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
POLITEKNIK NEGERI JEMBER**

Jalan Mastrip Kotak Pos 164 Jember 68101  
Telp. (0331)333532-34; Faks. (0331) 333531; e-mail: politeknik@polije.ac.id

**LAPORAN HASIL ANALISA**

Tanggal terima : Jum'at, 30 Januari 2015  
 Tanggal selesai : Jum'at, 30 Januari 2015  
 Dikirim oleh : Fiona Ayu Sarwendra  
 Alamat : FKM - UNEJ  
 Jenis sample : Tahu Sutra  
 Jenis Analisa : Formalin ( Kuantitatif )


**HASIL ANALISA**

N O	Jenis Sampel	Formalin ( ppm )		
		Ulangan 1	Ulangan 2	Rata - 2
1	Kontrol 18	16,85	15,10	15,97
2	Kontrol 5	16,75	16,75	16,75
3	Kontrol 22	15,17	16,04	15,60
4	Kontrol 20	16,69	16,69	16,69
5	Kontrol 26	15,11	15,98	15,54
6	Kontrol 8	15,17	16,92	16,04
1	15 Menit 16	13,35	13,35	13,35
2	15 Menit 30	14,09	13,23	13,66
3	15 Menit 23	12,52	12,52	12,52
4	15 Menit 25	14,06	13,20	13,63
5	15 Menit 4	13,36	13,36	13,36
6	15 Menit 27	14,20	13,33	13,76

Ket. Hasil analisa tersebut di atas sesuai dengan sampel yang kami terima.

Mendetahui  
 Ketua Lab. Analisis Pangan  
  
 NIP. 19581010 198703 1 003

Jember, 30 Januari 2015  
 Analis

  
 M.Djabir S, SE  
 NIP. 19670512 199203 1 003



Kode dokumen: FR-AUK-064  
Revisi : 0



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
POLITEKNIK NEGERI JEMBER**

Jalan Mastrip Kotak Pos 164 Jember 68101  
Telp. (0331)333532-34; Faks. (0331) 333531; e-mail: politeknik@polije.ac.id

**LAPORAN HASIL ANALISA**

Tanggal terima : Jum'at, 30 Januari 2015  
Tanggal selesai : Jum'at, 30 Januari 2015  
Dikirim oleh : Fiona Ayu Sarwendra  
Alamat : FKM - UNEJ  
Jenis sample : Tahu Sutra  
Jenis Analisa : Formalin ( Kuantitatif )

**HASIL ANALISA**


N O	Jenis Sampel	Formalin ( ppm )		
		Ulangan 1	Ulangan 2	Rata - 2
1	30 Menit 24	9,80	10,66	10,23
2	30 Menit 7	9,86	9,86	9,86
3	30 Menit 1	9,88	10,76	10,32
4	30 Menit 21	9,87	9,87	9,87
5	30 Menit 10	10,66	9,79	10,22
6	30 Menit 13	9,82	10,69	10,25
1	45 Menit 17	5,48	4,61	5,04
2	45 Menit 6	4,61	4,61	4,61
3	45 Menit 28	4,59	5,46	5,02
4	45 Menit 32	4,62	4,62	4,62
5	45 Menit 11	4,60	5,47	5,03
6	45 Menit 2	5,47	5,47	5,47

Ket. Hasil analisa tersebut di atas sesuai dengan sampel yang kami terima.

Mengetahui  
Ketua Lab. Analisis Pangan

  
Ir. Idrial  
NIP. 19581010 198703 1 003

Jember, 30 Januari 2015  
Analisis

  
M. Djabir S, SE  
NIP. 19670512 199203 1 003

**LAMPIRAN C. Dokumentasi Penelitiann**



Gambar 1. Jumlah sampel tahu



Gambar 2. Proses pemotongan tahu



Gambar 3. Proses pencelupan sampel dalam air biasa selama 2 detik



Gambar 4. Perebusan air dengan water bath



Gambar 5. Perendaman sampel



Gambar 6. Kontrol, X1, X2, dan X3



Gambar 7. Proses destilasi



Gambar 8. Pembacaan absorbansi sampel dengan spektrofotometer