



**PENENTUAN KARAKTERISTIK FISIKO – KIMIA TAHU YANG
DIPROSES MENGGUNAKAN KOAGULAN SARI AIR LAUT**

SKRIPSI

Oleh

**Mukharomatus Siami
101810301028**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**PENENTUAN KARAKTERISTIK FISIKO – KIMIA TAHU YANG
DIPROSES MENGGUNAKAN KOAGULAN SARI AIR LAUT**

SKRIPSI

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

Oleh

Mukharomatus Siami

NIM 101810301028

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER**

2015

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Wiji Utami dan Ayahanda Alm. Ahmad Kholili tercinta, terima kasih atas doa, motivasi, perhatian, dan kasih sayang yang tiada henti tercurahkan;
2. kakakku tercinta Isniatul Zumaroh S.Pd.I dan ayah keduaku M. Basuni atas semangat dan doanya selama ini;
3. guru-guruku terhormat sejak SD sampai perguruan tinggi;
4. Almamater tercinta Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTTO

Barangsiapa bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhannya itu adalah untuk dirinya sendiri.(terjemahan Surat *Al-Ankabut* ayat 6)^{*)}

Tiada suatu usaha yang besar akan berhasil tanpa dimulai dari usaha yang kecil.^{**)}

Jika engkau telah membuat ketetapan, maka abulatkan tekadmu. Sebab rusa konyapikiran adalah karena keraguan.^{***)}

^{*)}Departemen Agama Republik Indonesia. 2010. Al-Quran dan Terjemahnya. Penerjemah Yayasan Penerjemah Al-Quran. Bandung: Diponegoro.

^{**)} Joeniarto, 1967 dalam Mulyono, E. 1998. Implementasi Konvesi Hayati. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.

^{***)} Al-Qarni, A. A. 2006. *Don't Be Sad: Cara Hidup Positif Tanpa Pernah Sedih dan Frustasi*. Jakarta: Magfirah Pustaka.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mukharomatus Siami

NIM : 101810301028

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Penentuan Karakteristik Fisiko-Kimia Tahu Yang Diproses Menggunakan Koagulan Sari Air Laut” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 19 November 2015

Yang menyatakan,

Mukharomatus Siami

NIM. 101810301028

SKRIPSI

**PENENTUAN KARAKTERISTIK FISIKO – KIMIA TAHU YANG
DIPROSES MENGGUNAKAN KOAGULAN SARI AIR LAUT**

Oleh

Mukharomatus Siami

NIM 101810301028

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ika Oktavianawati S.Si., M.Sc

Dosen Pembimbing Anggota : drh.Wuryanti Handayani M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Penentuan Karakteristik Fisiko-Kimia Tahu Yang Diproses Menggunakan Koagulan SariAir Laut” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

hari, tanggal : **SELASA 22 DEC 2015**

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Tim Penguji;

Ketua,

Ika Oktavianawati S.Si., MSc

NIP. 198010012003122001

Sekretaris,

drh. Wuryanti Handayani M.Si

NIP. 196008221985032002

Penguji I,

I Nyoman Adi Winata S.Si., M.Si

NIP. 197105011998021002

Penguji II,

Dr. A. A. Istri Ratnadewi, S.Si., M.Si

NIP. 197012251997022001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Jember



Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D

NIP. 196101081986021001

RINGKASAN

Penentuan Karakteristik Fisiko-Kimia Tahu Yang Diproses Menggunakan Koagulan Sari Air Laut; Mukharomatus Siami, 101810301028; 2015:43 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Tahu merupakan makanan padat yang dibuat dari sari kedelai dan diendapkan proteinnya dengan penambahan koagulan. Menurut Nugrahani *et al.*, (2014), mineral dalam air laut dapat dimanfaatkan sebagai koagulan dalam pembuatan tahu. Air laut yang telah dipekatkan melalui proses penguapan dengan variasi 10; 12,5; 25; dan 50 kali dapat dijadikan sebagai koagulan dalam pembuatan tahu yang cara kerjanya hampir sama dengan koagulan nigari. Hasil tekstur tahu paling padat menggunakan koagulan sari air laut pada pemekatan 50 kali. Penggunaan koagulan nigari dapat diaplikasikan dalam perbaikan gizi masyarakat yang tidak banyak mengonsumsi sayuran. Hal ini dikarenakan mineral dalam sayuran dapat digantikan dengan mineral yang terkandung dalam nigari. Mineral magnesium, natrium dan kalium yang terkandung dalam nigari yang jika sesuai dengan kadar yang diijinkan dapat membantu proses metabolisme tubuh.

Sari air laut yang telah dipekatkan 50 kali pada penelitian Nugrahani *et al.*, (2014) dilakukan pengukuran konsentrasi mineral Mg^{2+} , Na^+ dan K^+ dan diperoleh konsentrasi mineral Mg^{2+} (7.488 ppm), mineral Na^+ (40.557 ppm) dan mineral K^+ (3.044 ppm). Sari air laut yang ditambahkan sebagai koagulan divariasikan volume 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, dan 10 mL untuk setiap variasi produk tahu secara berurutan tahu A, B, C, D, E, F, G, H, I dan J. Rata-rata berat tahu yang terbentuk dengan variasi volume koagulan yaitu tahu B (100,863 g), tahu C (115,687 g), tahu D (129,018 g), tahu E (129,597 g), tahu F (176,989 g), tahu G (179,657 g), tahu H (179,967 g), dan tahu I (98,465 g). Produk tahu B, C, D, E, F, G, dan H terus

bertambah berat karena proses *salting-out* semakin sempurna, namun terjadi penurunan berat pada tahu I dikarenakan pada penambahan koagulan yang berlebihan menyebabkan terjadinya proses *salting-in*. Tahu A dan J tidak terbentuk. Hal ini dikarenakan pada volume koagulan 1 mL, jumlah koagulan terlalu sedikit sehingga masih banyak molekul-molekul air yang berinteraksi dengan molekul protein sehingga menyebabkan proses koagulasi tidak sempurna dan hanya membentuk gumpalan-gumpalan protein yang tidak dapat dicetak. Sedangkan pada penambahan koagulan 10 mL tidak terbentuk tahu karena pada kondisi ini sudah terjadi proses *salting-in*.

Tahu B, C, D, E, F, G, H dan I selanjutnya diuji tingkat kecerahan atau warna, tingkat kekerasan (tekstur), kadar air dan kadar protein. Tingkat kecerahan diukur menggunakan alat *color reader*, pengukuran thus B-I menunjukkan kisaran nilai L terendah 50,12 sampai dengan nilai L tertinggi 53,46, kisaran dimensi a terkecil yaitu 0,12 sampai dengan dimensi a terbesar 0,44, kisaran dimensi b terkecil 26,20 sampai dengan dimensi terbesar 26,58. Nilai L dikorelasikan dengan dimensi a dan b. Keseluruhan thus B-I memiliki warna kekuningan.

Pengukuran tekstur tahu dilakukan menggunakan alat penetrometer. Berdasarkan data dalam tabel 4.3 tahu B dan I dikategorikan dalam tahu dengan tekstur lunak/lembek, tahu C, D, E, F dan G dikategorikan dalam tekstur kenyal, tahu H dengan nilai kedalaman tusukan terkecil memiliki tekstur keras.

Nilai kadar air terendah yaitu 77,90% terdapat pada sampel thus H, hal ini sesuai karena pada sampel tahu H termasuk dalam kategori tekstur keras. Kadar air sangat erat kaitannya dengan pembentukan tekstur tahu. Semakin sedikit kadar air tahu maka tekstur tahu semakin padat. Tahu yang memiliki kadar air terbesar 91,80% yaitu tahu I, masih sangat banyak mengandung molekul air yang berikatan dengan molekul protein, sehingga menyebabkan tahu I memiliki tekstur lunak/lembek.

Kadar protein pada susu kedelai sebesar 20,579% dan pada tahu yaitu

10,077%-16,305%. Kadar protein terendah terdapat pada tahu B dan I, sedangkan kadar protein tertinggi terdapat pada tahu H.

Produk tahu yang memiliki kadar air terendah dan kadar protein tertinggi yaitu pada tahu H diuji kandungan mineral Mg^{2+} , Na^+ dan K^+ . Konsentrasi mineral Mg^{2+} (130 ppm), mineral Na^+ (368 ppm) dan mineral K^+ (624 ppm). Konsentrasi mineral Mg^{2+} , Na^+ , dan K^+ pada susu kedelai juga diukur diperoleh konsentrasi mineral Mg^{2+} (48 ppm), mineral Na^+ (183 ppm) dan mineral K^+ (3.744 ppm). Berdasarkan keseluruhan data yang diperoleh, karakteristik produk tahu yang terbaik adalah tahu H.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. Atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penentuan Karakteristik Fisiko-Kimia Tahu Yang Diproses Menggunakan Koagulan Sari Air Laut”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. Dr. Bambang Piluharto, S.Si., M.Si, selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
3. Ika Oktavianawati S.Si., M.Sc, selaku Dosen Pembimbing Utama, dan drh.Wuryanti Handayani M.Si, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
4. I Nyoman Adi Winata S.Si, M.Si selaku Dosen Penguji I dan Dr. A. A. I. Ratnadewi, S.Si., M.Si, selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktunya guna menguji, serta memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
5. Drs. Siswoyo M.Sc., Ph.Dselaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa;
6. bapak dan ibu dosen, seluruh staf administrasi dan teknisi laboratorium FMIPA UNEJ, khususnya Jurusan Kimia yang telah banyak memberikan bantuan dan semua ilmunya;
7. bapak dan ibu pengasuh pesantren mahasiswi Al-Husna, terima kasih atas semua bimbingan dan ilmunya selama menjadi mahasiswa;

8. teman-teman seperjuangan angkatan 2010 “RUMPIS” dan teman-teman seperjuangan di pesantren Al-Husna , terima kasih atas semangat, bantuan, saran, perhatian, dan kenangan yang telah diberikan;
9. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan.

Jember, 19 November 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tahu	5
2.2 Mineral yang Dibutuhkan Tubuh	10
2.3 Protein	13
2.4 Spektroskopi Serapan Atom (SSA)	15
2.5 Tekstur	17
2.6 Warna.....	18
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	20

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan	20
3.2.1 Alat.....	20
3.2.2 Bahan	20
3.3 Rancangan Penelitian	21
3.4 Prosedur Penelitian	22
3.4.1 Pembuatan Tahu	22
3.4.2 Pengukuran Tingkat Kecerahan (Warna)	22
3.4.3 Pengukuran Tingkat Kekerasan (Tekstur)	22
3.4.4 Analisis Kadar Air	23
3.4.5 Analisis Kadar Protein	23
3.4.6 Pengukuran Kandungan Mineral	25
3.4.4 Analisis Data.....	27
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Konsentrasi Mineral Mg²⁺, Na⁺, dan K⁺ Sari Air Laut	28
4.2 Tahu	29
4.3 Karakteristik Fisik	30
4.3.1 Tingkat Kecerahan (Warna)	30
4.3.2 Tingkat Kekerasan (Tekstur)	31
4.4 Karakteristik Kimia	32
4.3.1 Kadar Air	33
4.3.2 Kadar Protein	34
4.3.3 Konsentrasi Mineral Mg ²⁺ , Na ⁺ , dan K ⁺ tahu	36
BAB 5. PENUTUP	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39

DAFTAR PUSTAKA 40
LAMPIRAN..... 44



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Parameter Mutu Tahu.....	6
2.2 Konsentrasi Mineral Sari Air Laut.....	9
2.3 Angka Kecukupan Gizi.....	12
2.4 Kategori Tekstur Tahu.....	18
4.1 Konsentrasi Mineral Sari Air Laut Pemekatan 50 kali.....	28
4.2 Tingkat Kecerahan Tahu (Warna).....	31
4.3 Tingkat Kekerasan Tahu (Tekstur).....	32
4.4 Konsentrasi Mineral Tahu dan Susu Kedelai.....	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Mekanisme Pembentukan Gel dalam Pembentukan Tahu.....	10
2.2 Pembentukan Ikatan Peptida.....	14
2.3 Komponen Utama Spektrofotometer Serapan Atom	16
2.4 Model Warna Sistem Hunter.....	19
4.1 Berat Tahu yang Terbentuk.....	29
4.2 Kadar Air.....	33
4.3 Kadar Protein	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A.Massa Tahu.....	44
LAMPIRAN B.....	44
B.1 Analisis Tingkat Kecerahan (Warna)	44
B.2 Analisis Tingkat Kekerasan (Tekstur).....	47
LAMPIRAN C.....	50
C.1 Kadar Air	50
C.2 Kadar Protein.....	53
LAMPIRAN D.....	54
D.1 Kalibrasi Larutan Standard Pengukuran Sari Air Laut Pemekatan 50 kali	54
D.2 Konsentrasi Mineral Sari Air Laut Pemekatan 50 kali.....	55
D.3 Kalibrasi Larutan Standard Pengukuran Tahu H dan Susu Kedelai	58
D.4 Konsentrasi Mineral Tahu H dan Susu Kedelai.....	59

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tahu merupakan makanan padat yang dibuat dari sari kedelai dan diendapkan proteinnya dengan penambahan koagulan (SNI 01-3142-1998). Tahu di Indonesia terdapat dalam banyak bentuk seperti tahu kuning, tahu sutera, tahu sumedang, dan tahu pong. Nama tersebut biasanya disesuaikan dengan kondisi ataupun kota asal tahu itu dibuat. Tahu sangat digemari oleh masyarakat Indonesia karena memiliki banyak kelebihan. Tahu memiliki rasa yang enak, tekstur yang lembut, nilai protein yang tinggi serta harga yang relatif murah. Protein yang terkandung dalam kedelai kira-kira 35-44% lebih banyak serta susunan asam aminonya lebih lengkap dan seimbang dibandingkan kacang-kacangan lainnya. Kelebihan lain dari tahu adalah adanya senyawa isoflavon yang mampu mencegah terjadinya kanker. Proses pemanasan dalam pengolahan tahu dapat mengurangi adanya senyawa antitripsin, yaitu senyawa anti nutrisi yang dapat menghambat enzim tripsin dalam proses pencernaan. Oleh karena itu, tahu memiliki daya cerna yang lebih tinggi dari pada kedelai yang belum diolah (Koswara, 1995).

Proses pengolahan tahu dimulai dari pemilihan bahan baku, pencucian, perendaman, penggilingan, perebusan dengan penambahan koagulan serta penyaringan protein yang menggumpal (Sediaoetama, 2010). Selama ini, proses pengolahan tahu menggunakan koagulan asam asetat karena harganya relatif murah. Penggunaan asam asetat juga menghasilkan produk olahan yang memiliki tekstur lebih keras. Namun, rasa tahu yang dihasilkan sedikit asam dan menghasilkan limbah, berupa limbah cair bersifat asam yang dapat menimbulkan bau kecut dan meningkatkan pH tanah (Harmayani, 2009); (Sarwono dan Saragih, 2003).

Alternatif koagulan selain asam asetat telah banyak dipelajari untuk mengatasi masalah ini. Menurut Nugrahani *et al.*, (2014), mineral dalam air laut dapat dimanfaatkan sebagai koagulan dalam pembuatan tahu. Air laut yang telah dipekatkan melalui proses penguapan dengan variasi 10; 12,5; 25; dan 50 kali dapat dijadikan sebagai koagulan dalam pembuatan tahu. Hasil tahu paling bagus menggunakan koagulan sari air laut pada pemekatan 50 kali. Pada hasil pemekatan ini, nilai konsentrasi mineral menjadi besar dalam sari air laut sehingga sebagai koagulan dapat menghasilkan tahu dengan sifat-sifat fisik terbaik, yaitu kekerasan dan tekstur tahu lebih padat (tidak rapuh) dibandingkan dengan tahu yang menggunakan koagulan sari air laut dengan pemekatan 10; 12,5 dan 25 kali. Kandungan mineral Mg^{2+} , Na^+ dan K^+ dalam sari air laut sesuai dengan tabel 2.2. Menurut Prabhakaran *et al.*, (2006), penggunaan nigari sebagai koagulan menghasilkan tekstur tahu serta konsentrasi isoflavon yang hampir sama seperti penggunaan koagulan asam asetat.

Penggunaan koagulan nigari dapat diaplikasikan dalam perbaikan gizi masyarakat yang tidak banyak mengkonsumsi sayuran. Hal ini dikarenakan mineral dalam sayuran dapat digantikan dengan mineral yang terkandung dalam nigari. Mineral magnesium, natrium dan kalium yang terkandung dalam nigari yang jika sesuai dengan kadar yang diijinkan dapat membantu proses metabolisme, mengurangi peluang meningkatnya tekanan darah dan ritme jantung, transmisi saraf, kontraksi otot, absorpsi glukosa, alat angkut zat gizi lain, menjaga tekanan osmotik dan menjaga keseimbangan asam basa dalam tubuh (Almatsier, 2001). Kebutuhan mineral magnesium, natrium dan kalium untuk orang dewasa (BB 65 kg) perhari secara berturut-turut adalah sebanyak 0,35g; 1,1-3,3g; 1,9-5,6g (Koolman dan Rahm, 1994). Protein dalam tubuh berfungsi untuk membentuk jaringan baru selama masa pertumbuhan, meregenerasi sel yang rusak, menyediakan asam amino untuk metabolisme dan zat antibodi, dan mengatur keseimbangan air (Yuniastuti, 2008). Kebutuhan protein untuk orang dewasa (BB 60 kg) perhari adalah 62 g (AKG,

2013).

Berdasarkan uraian di atas, dirasa perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui volume sari air laut yang perlu ditambahkan sebagai koagulan dalam pembuatan tahu, sehingga tahu memiliki tekstur yang baik dan kadar protein serta mineral Mg^{2+} , Na^+ dan K^+ pada ambang yang disarankan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas diperoleh rumusan masalah adalah berapa volume sari air laut optimum yang dapat menghasilkan tahu dengan karakteristik terbaik?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Sari air laut diambil dari penelitian Nugrahani *et al* (2014) yang dipekatkan sampai 50 kali.
2. Karakteristik fisik : warna dan kekenyalan, dan karakteristik kimia : kadar air, kadar protein, dan kadar mineral Mg^{2+} , Na^+ dan K^+ .
3. Karakteristik tahu yang baik dalam penelitian ini adalah tahu yang sesuai SNI 01-3142-1998 (warna dan kadar protein) dan mineralnya tidak melebihi ambang yang disarankan dalam AKG tahun 2013.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mengetahui berapa volume sari air laut optimum yang dapat menghasilkan tahu dengan karakteristik terbaik.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini antara lain :

1. Dapat menambah informasi mengenai produksi tahu menggunakan sari air laut

sebagai koagulan.

2. Dapat memberi informasi kandungan protein dan mineral magnesium, kalium, natrium dalam tahu yang diproses menggunakan koagulan sari air laut.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tahu

Tahu merupakan olahan pangan yang dibuat dengan mengekstrak sari kedelai yang proteinnya diendapkan menggunakan koagulan. Kedelai memiliki kandungan protein yang tinggi yakni antara 35-44% (Koswara, 1995). Protein kedelai mempengaruhi sifat fungsional dalam pembentukan gel protein pada tahu yang berpengaruh terhadap tekstur tahu yang dihasilkan. Semakin kuat sifat dalam pembentukan gel dari suatu varietas kedelai, maka semakin keras pula tekstur yang akan dihasilkan (Ratnaningtyas, 2003). Tahu memiliki daya cerna yang tinggi karena berkurangnya senyawa anti tripsin selama proses pemanasan dan akhirnya terbuang bersama *whey* (biang tahu). Faktor yang mempengaruhi rendemen protein dan mutu tahu antara lain cara penggilingan, pemilihan bahan baku, koagulan, dan keadaan sanitasi proses pengolahan (Koswara, 1995).

Tahu termasuk dalam kategori baik jika memenuhi standar parameter mutu tahu. Standar mutu tahu nomor 01-3142-1998 menyatakan bahwa ada beberapa parameter penting dalam melihat mutu tahu yang tersaji pada tabel 2.1.

2.1.1 Proses Pengolahan Tahu

Dasar pembuatan tahu yakni dengan melarutkan protein menggunakan air. Protein yang larut selanjutnya diendapkan kembali dengan penambahan koagulan sampai terbentuk gumpalan-gumpalan protein yang akan menjadi tahu (Cahyadi, 2007). Proses pembuatan tahu berawal dari perendaman kacang kedelai agar memudahkan proses pembersihan kulit kedelai. Kacang kedelai yang sudah direndam, digiling lalu dipisahkan antara ampas dan airnya. Air yang diperoleh ini disebut susu kedelai yang akan diolah dengan menambahkan zat kimia seperti asam cuka atau garam-garam mineral yang dapat menggumpalkan protein. Biasanya

penambahan bahan kimia diikuti dengan pemanasan dan pengadukan secara perlahan. Protein yang telah menggumpal diambil dan disaring dengan kain kasa sambil ditekan menggunakan alat (Sediaoetama, 2010).

Tabel 2.1 Parameter Mutu Tahu (SNI 01-3142-1998)

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan		
1.1	Bau		Normal
1.2	Rasa		Normal
1.3	Warna		Putih normal atau kuning normal
1.4	Penampakan		Normal, tidak berlendir dan tidak berjamur
2.	Abu	% (b/b)	Maksimal 1,0
3.	Protein	% (b/b)	Minimal 9,0
4.	Lemak	% (b/b)	Minimal 0,5
5.	Serat kasar	% (b/b)	Maksimal 0,1
6.	Bahan tambahan makanan	% (b/b)	Sesuai SNI 01-0222-M dan Peraturam Men.Kes No 722/Men. Kes/Per/IX/1988
7.	Cemaran logam		
7.1	Timal (Pb)	mg/kg	Maksimal 2,0
7.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maksimal 30,0
7.3	Seng (Zn)	mg/kg	Maksimal 40,0
7.4	Timah (Sn)	mg/kg	Maksimal 40
7.5	Raksa (Hg)	mg/kg	Maksimal 0,03
8.	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maksimal 1,0
9.	Cemaran mikroba		
9.1	Escherichia Coli	APM/g	Maksimal 10
9.2	Salmonella	/25 g	Negatif

Sumber : SNI 01-3142-1998

Hal yang perlu diperhatikan ketika perendaman kedelai adalah waktu yang digunakan dalam perendaman yakni kira-kira 6-8 jam. Waktu ini cukup untuk

membuat berat kedelai naik dua kali dari berat semula tanpa menurunkan kandungan gizinya. Pemanasan yang dilakukan bertujuan untuk menghilangkan senyawa anti tripsin dan bau langu pada hasil olahan. Selain itu, proses pemanasan akan menyebabkan protein terdenaturasi dan menyebabkan koagulasi ketika diberi penambahan koagulan (Koswara, 1995).

2.1.2 Koagulan untuk Pembuatan Tahu

Koagulasi adalah interaksi acak dari molekul protein yang membentuk agregat protein sehingga membentuk padatan gel (Blazek, 2008). Proses koagulasi protein dari susu kedelai merupakan langkah yang penting dalam pembuatan tahu. Proses koagulasi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti varietas kedelai, temperatur, volume susu kedelai, pH, koagulan yang digunakan dan konsentrasi koagulan (Chai dan Chang, 1998). Koagulan merupakan suatu bahan penggumpal yang digunakan untuk mengendapkan protein dalam sari kedelai. Penggunaan jenis koagulan yang berbeda dalam pembuatan tahu akan menghasilkan rasa dan tekstur yang berbeda. Beberapa koagulan yang sering digunakan dalam proses pembuatan tahu antara lain :

a. Batu tahu atau sioko

Batu tahu berupa padatan putih yang sebagian besar terdiri dari kalsium sulfat. Sebelum digunakan sebagai koagulan, batu tahu dibakar terlebih dahulu dan digerus samapai halus lalu dilarutkan dengan air dan diendapkan semalam. Penggunaannya antara 5-10 g batu tahu per 400-800 L sari kedelai. Penambahan dilakukan pada suhu 70-90° C sambil diaduk searah.

b. Asam cuka

Asam cuka merupakan salah satu koagulan yang banyak digunakan oleh produsen tahu di Indonesia. Penggunaannya sebanyak 74 mL untuk setiap 0,5 kg kedelai kering. Penambahan dilakukan pada suhu 80-90° C sambil diaduk.

c. *Whey* (Biang tahu)

Biang tahu merupakan koagulan yang berupa air sisa dari penggumpalan sari kedelai. Sebelum digunakan, cairan didiamkan selama 1-2 malam atau difermentasikan sehingga bakteri yang ada pada biang tahu dapat menghasilkan asam

laktat yang nantinya dapat menggumpalkan protein. Pembuatan koagulan dan penggunaannya akan bermasalah jika proses penanganannya tidak higienis karena akan menghasilkan bakteri lain yang dapat memecah protein.

d. Nigari

Nigari merupakan air sisa mineral dari air laut yang dipekatkan dengan bantuan sinar matahari. Proses pembuatan garam dengan cara penguapan dengan sinar matahari dapat menghasilkan nigari. Nigari merupakan koagulan dan pengawet alami yang banyak digunakan masyarakat Jepang. Di Indonesia, penggunaan nigari sebagai koagulan tahu masih jarang digunakan karena produsen tahu biasanya menggunakan asam cuka atau biang tahu dalam produksinya. Koagulan nigari banyak mengandung mineral magnesium serta membuat tahu yang diproduksi lebih empuk dan rasa yang enak (Sarwono dan Saragih, 2003).

Menurut Culkin (1966), kandungan mineral yang terdapat di laut kebanyakan dalam bentuk ion klorida, natrium, sulfat, magnesium, kalsium, kalium, bikarbonat, bromida, dan strontium. Kalsium sulfat akan mengkristal terlebih dahulu, kemudian natrium klorida akan mulai terbentuk setelah kira-kira air laut berkurang 1/10 bagian. Natrium klorida ini yang nantinya digunakan sebagai garam yang dikonsumsi setiap hari. Selain natrium klorida kandungan kecil seperti magnesium klorida, magnesium sulfat, dan kalium klorida juga akan mulai mengkristal. Garam-garam dengan konsentrasi kecil ini yang disebut dengan nigari.

Sari air laut yang telah dipekatkan mengandung beberapa unsur mineral yang diperlukan oleh tubuh, antara lain tersaji pada tabel 2.2. Mineral dalam air laut dapat dimanfaatkan sebagai koagulan dalam pembuatan tahu. Air laut yang telah dipekatkan melalui proses penguapan dengan variasi 10; 12,5; 25; dan 50 kali dapat dijadikan sebagai koagulan dalam pembuatan tahu. Hasil tahu paling bagus menggunakan koagulan sari air laut pada pemekatan 50 kali yaitu tekstur yang padat dan tidak mudah rapuh dikarenakan konsentrasi dari mineral Mg^{2+} , Na^+ , dan K^+ yang cukup tinggi sehingga mampu menarik molekul air lebih banyak yang dapat

mengurangi jumlah molekul air yang berinteraksi dengan protein (Nugrahani *et al.*, 2014).

Tabel 2.2 Konsentrasi Mineral Sari Air Laut

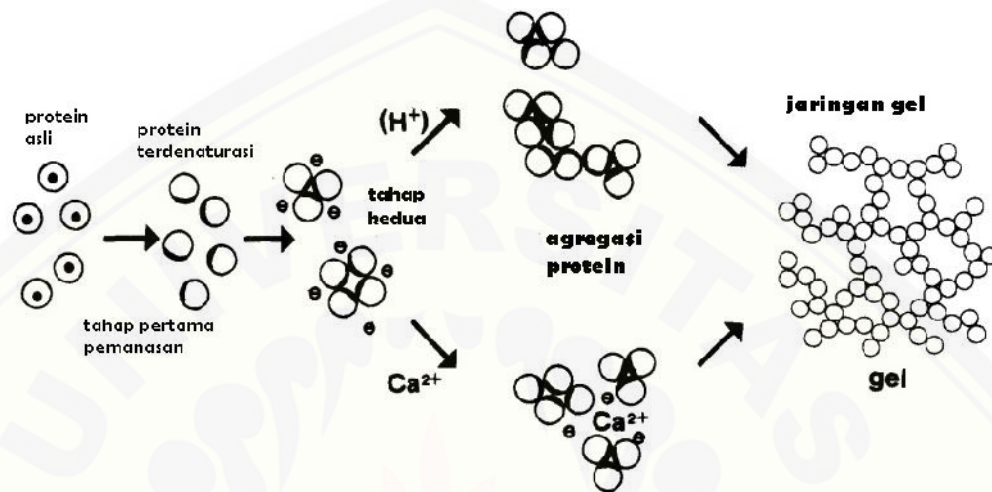
Mineral	Konsentrasi dengan Variasi Pemekatan				
	1 kali	10 kali	12,5 kali	25 kali	50 kali
Na ⁺	0,452 M	3,121 M	3,382 M	3,806 M	4,067 M
K ⁺	0,008 M	0,040 M	0,053 M	0,113 M	0,173 M
Mg ²⁺	0,04 M	0,368 M	0,432 M	0,791 M	1,55 M

Sumber : Nugrahani *et al.*, 2014

Beberapa koagulan di atas memiliki prinsip yang berbeda dalam proses pengendapan protein. Koagulan seperti batu tahu dan nigari memiliki prinsip yang sama yakni *salting out*. Sedangkan untuk koagulan asam cuka dan *whey* memiliki prinsip pengendapan protein pada tahu akibat pH yang terlalu asam. Mekanisme yang terjadi selama proses pembuatan tahu ditunjukkan pada gambar 2.1.

Proses pembuatan tahu pertama adalah pemanasan yang mengakibatkan protein terdenaturasi. Denaturasi merupakan suatu proses berubahnya struktur molekul tanpa memutuskan ikatan peptida dalam protein. Denaturasi dan koagulasi protein dapat terjadi karena adanya kestabilan suhu yaitu berkisar 55-75^o C. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses denaturasi adalah suhu, pH, dan garam. Suhu tinggi dapat mengakibatkan putusya ikatan tersier pada protein, sehingga susunan rantai polipeptida menjadi kurang teratur (deMan, 1989). Proses selanjutnya yaitu penambahan koagulan yang menyebabkan protein terkoagulasi membentuk agregat dan akhirnya mengendap. Koagulasi yang terjadi bergantung dari sifat koagulan yang ditambahkan. Berdasarkan mekanisme diatas, penambahan koagulan yang bersifat asam akan menurunkan pH dan menyebabkan agregasi protein meningkat (Kohyama *et al.*, 1995). Koagulan garam dapat mengendapkan protein melalui proses *salting out*. *Salting out* adalah proses penambahan garam yang berlebih dalam larutan protein yang menyebabkan molekul-molekul air tertarik pada ion garam sehingga mengurangi jumlah molekul air yang berinteraksi dengan protein. Menurunnya

jumlah air yang terikat pada protein inilah yang menyebabkan gaya tarik sesama protein lebih kuat sehingga protein dapat mengendap (Deutscher, 1990).



Gambar 2.1. Mekanisme pembentukan gel dalam proses pembuatan tahu

(Sumber : Kohyama *et al.*, 1995)

2.2 Mineral yang dibutuhkan Tubuh

2.2.1 Mineral Magnesium

Magnesium adalah mineral penting yang dibutuhkan tubuh yang dapat diperoleh dalam bahan pangan (Winarno, 1980). Magnesium di dalam tubuh banyak memberikan manfaat antara lain :

1. Magnesium dapat dimanfaatkan untuk respirasi seluler terutama dalam pembentukan ATP (Adenosin Trifosfat)
2. Magnesium diperlukan dalam sistem perubahan fosfat yang digunakan sebagai aktivator reaksi enzimatik yang memerlukan ATP
3. Magnesium berperan dalam reaksi metabolisme lemak dan protein seperti perubahan CoA menjadi asetat, serta sintesis DNA dan RNA

(Kartasapoetra, 1995).

Jumlah maksimum kebutuhan mineral magnesium dalam tubuh tidak lebih dari 500 mg sehari. Jumlah minimum yang dianjurkan adalah 6 mg/kg berat badan orang dewasa (Scillingmann *et al.*, 2004). Namun kecukupan mineral magnesium setiap orang berbeda, sesuai dengan usia dan jenis kelamin. Nilai kecukupan masing-masing individu perhari dapat dilihat pada tabel 2.3. Kekurangan magnesium juga dapat menyebabkan kejang otot, susah tidur, gangguan jantung, kelelahan dan stres. Asupan mineral magnesium yang berlebihan dapat menyebabkan diare, kelesuan, kebingungan, dan aliran darah ke ginjal meningkat (Almatsier, 2001).

2.2.2 Mineral Natrium

Natrium adalah kation utama dalam cairan ekstraselular (Suhardjo, 1992). Makanan sehari-hari biasanya cukup mengandung natrium yang dibutuhkan tubuh. Makanan yang mengandung kurang dari 0,3% natrium akan terasa hambar sehingga tidak disenangi (Anonim, 2015). Natrium berperan dalam transmisi saraf, kontraksi otot, absorpsi glukosa, sebagai alat angkut zat-zat gizi lain melalui membran, dan menjaga keseimbangan asam basa didalam tubuh dengan mengimbangi zat-zat yang membentuk asam (Almatsier, 2001).

Konsumsi natrium bervariasi terhadap suhu dan daerah tempat tinggal, dengan kisaran dari 2 g sampai 10 g per hari. Taksiran kebutuhan natrium sehari untuk orang dewasa adalah sebanyak 500 mg. WHO (1990) menganjurkan pembatasan konsumsi garam dapur hingga 6 gram sehari (ekivalen dengan 2400 mg natrium). Pembatasan ini dilakukan karena peranan potensial natrium dalam menimbulkan tekanan darah tinggi (Almatsier, 2001). Namun kecukupan mineral magnesium setiap orang berbeda, sesuai dengan usia dan jenis kelamin. Nilai kecukupan masing-masing individu perhari dapat dilihat pada tabel 2.3.

Pada orang sehat jarang sekali ditemukan kasus kekurangan natrium. Tanda pertama kekurangan natrium adalah rasa haus. Kekurangan natrium menyebabkan cairan ekstraseluler berkurang, tekanan osmotik dalam cairan tubuh menurun menyebabkan air dari cairan ekstraseluler masuk ke dalam sel,

sehingga tekanan osmotik dan volume dari cairan ekstraseluler meningkat, mengakibatkan penurunan tekanan darah, muntah-muntah atau diare karena cairan yang ada dalam usus banyak mengandung natrium. Konsumsi natrium yang berlebihan ditandai dengan pengembangan volume cairan ekstraseluler yang menyebabkan *oedem* dan hipertensi (tekanan darah tinggi) (Almatsier, 2001).

Tabel 2.3 Angka Kecukupan Gizi

	Usia	Kalium (mg)	Magnesium (mg)	Natrium (mg)
Bayi	0 – 6	500	30	120
Bayi	7 – 11	700	55	200
Anak	1-3 tahun	3000	60	1000
Anak	4-6 tahun	3800	95	1200
Anak	7-9 tahun	4500	120	1200
Laki-laki	10-12	4500	150	1500
Laki-laki	13-15	4700	200	1500
Laki-laki	16-18	4700	250	1500
Laki-laki	19-29	4700	350	1500
Laki-laki	30-49	4700	350	1500
Laki-laki	50-64	4700	350	1300
Laki-laki	65-80	4700	350	1200
Laki-laki	>80 tahun	4700	350	1200
Perempuan	10-12	4500	155	1500
Perempuan	13-15	4500	200	1500
Perempuan	16-18	4700	220	1500
Perempuan	19-29	4700	310	1500
Perempuan	30-49	4700	320	1500
Perempuan	50-64	4700	320	1300
Perempuan	65-80	4700	320	1200
Perempuan	>80 tahun	4700	320	1200
Tambahan Bumil	Timester 1	+0	+40	+0
Tambahan Bumil	Trimester	+0	+40	+0
Tambahan Bumil	Trimester	+0	+40	+0
Tambahan Busui	6 bln	+400	+0	+0
Tambahan Busui	6 bln	+400	+0	+0

Sumber: Angka Kecukupan Gizi (AKG) tahun 2013

2.2.3 Mineral Kalium

Kalium merupakan ion bermuatan positif, sebanyak 95% kalium berada di dalam cairan intraseluler. Kalium merupakan bagian esensial semua sel hidup, sehingga banyak terdapat dalam bahan makanan mentah/segar, terutama buah, sayuran dan kacang-kacangan (Almatsier, 2001). Peranan kalium yaitu kalium bersama-sama dengan klorida membantu menjaga tekanan osmotis dalam cairan intraselular dan keseimbangan asam basa (Winarno, 1980). Kalium juga membantu mengaktivasi reaksi enzim, seperti piruvat kinase yang dapat menghasilkan asam piruvat dalam proses metabolisme karbohidrat (Almatsier, 2001).

Kebutuhan minimum akan kalium ditaksir sebanyak 2000 mg sehari (Almatsier, 2001). Namun kecukupan mineral magnesium setiap orang berbeda, sesuai dengan usia dan jenis kelamin. Nilai kecukupan masing-masing individu perhari dapat dilihat pada tabel 2.3. Konsumsi kalium yang berlebihan dapat meningkatkan ekskresi natrium, sehingga dapat menurunkan volume darah dan tekanan darah. Kekurangan kalium biasanya disebabkan sakit hati, *cirrhosis*, muntah-muntah, luka bakar, atau KKP (Kurang Kalori Protein) yang berat (Anonim, 2015).

2.3 Protein

Protein adalah polimer lurus yang tersusun dari asam amino yang dihubungkan oleh ikatan peptida. Ikatan peptida adalah ikatan kovalen yang terbentuk antara gugus -amino dari 1 asam amino dengan gugus -karboksilat dari asam amino yang lain yang ditunjukkan pada gambar 2.2. Kemudian dua asam amino bergabung melalui suatu ikatan peptida membentuk sebuah dipeptida, dan masih ada gugus -amino dari 1 asam amino dengan gugus -karboksilat dari asam amino yang lain yang masih bebas yang masih bisa berikatan dengan asam amino lainnya. Gabungan < 25 residu asam amino membentuk polipeptida, dan jika lebih dari 25 asam amino membentuk oligopeptida (Hames *et al.*, 1997).

2.3.1 Struktur Protein

a. Protein primer

Urutan linier asam amino yang dihubungkan oleh ikatan peptida yang tidak terjadi percabangan dan mencakup posisi ikatan kovalen disulfida diantara residu cystein merupakan bentuk struktur primer protein (Hames *et al.*, 1997).

b. Protein sekunder

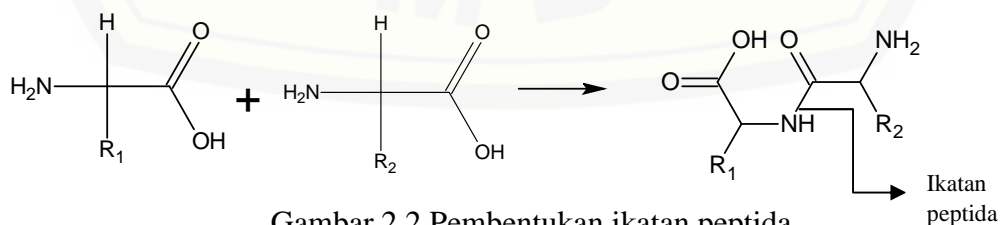
Struktur sekunder adalah struktur protein yang merupakan polipeptida terlipat-lipat, berbentuk tiga dimensi dengan cabang- cabang rantai polipeptidanya tersusun saling berdekatan. Contoh bahan yang mempunyai struktur ini ialah bentuk -heliks pada wol, bentuk lipatan-lipatan pada molekul-molekul sutera, serta bentuk heliks pada kolagen.

c. Protein tersier

Struktur tersier menggambarkan pengaturan ruang residu asam amino yang berjauhan dalam urutan linier dan pola ikatan- ikatan disulfida dan merupakan susunan dari struktur sekunder yang satu dengan struktur sekunder lain. Contohnya adalah protein yang memiliki bentuk -heliks dan bagian yang tidak berbentuk - heliks yang dihubungkan oleh ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik, dan ikatan disulfida.

e. Protein kuarterner

Struktur ini melibatkan beberapa polipeptida dalam membentuk suatu protein. Ikatan-ikatan yang terjadi sampai terbentuknya protein sama dengan ikatan-ikatan yang terjadi pada struktur tersier (Winarno, 2004).



(Sumber : Hames *et al.*, 1997).

2.3.2 Metode Kjeldahl

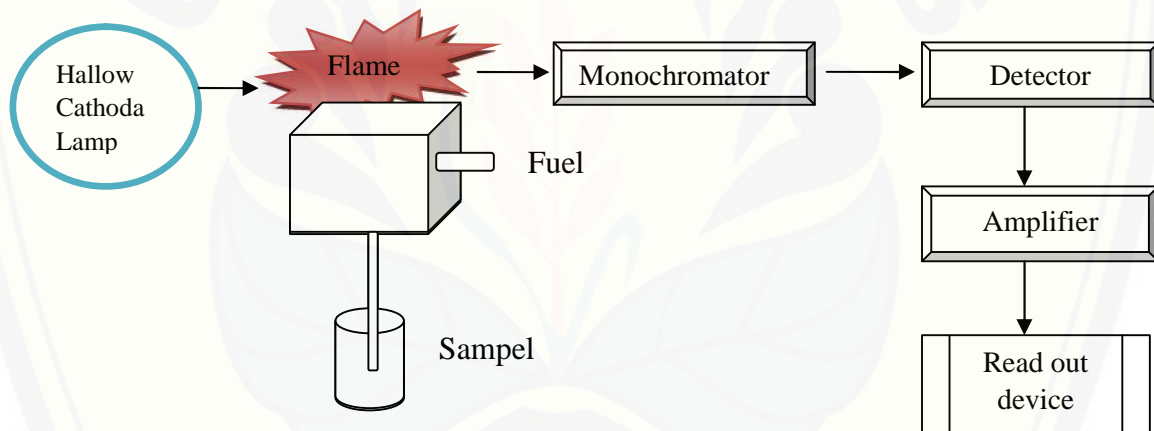
Pengukuran kadar protein yang paling umum dilakukan adalah penetapan protein kasar yang bertujuan untuk menera jumlah protein total dalam sampel. Metode pengukuran jumlah protein ada beberapa macam yaitu metode kjeldahl, metode biuret, dan metode lowry (Legowo dan Nurwanto, 2004). Sesuai standar baku mutu tahu (SNI 01-3142-1998) pengukuran kadar protein dalam tahu menggunakan metode kjeldahl. Prinsip metode kjeldahl adalah mula- mula bahan didestruksi dengan asam sulfat pekat menggunakan katalis Zn. Amonium yang telah dipisahkan ditampung dan dititrasi dengan bantuan indikator. Metode kjeldahl dibedakan menjadi dua cara yaitu cara makro dan semimikro. Cara makro digunakan untuk sampel yang sukar dihomogenisasi dan beratnya 1-3 gram, sedangkan untuk cara semimikro dirancang untuk sampel berukuran kecil, yaitu beratnya kurang dari 300 mg. Kekurangan dari metode kjeldahl adalah senyawa lain yang memiliki gugus N seperti purin, pirimidin, vitamin, dan kreatin ikut terukur sebagai N protein. Walaupun demikian, metode ini masih digunakan sampai saat ini dan dianggap cukup teliti untuk pengukuran kadar protein dalam bahan makanan (Bintang, 2010).

2.4 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometri Serapan Atom adalah metode analisa kuantitatif untuk menentukan kandungan logam dalam suatu sampel dalam wujud gas secara spesifik, meskipun kadar logam dalam sampel sangat kecil. Atom- atom logam dalam sampel pada wujud cair diubah menjadi atom- atom logam berwujud gas dengan bantuan suatu nyala (Bender, 1987). Prinsip dari metode spektrofotometri serapan atom adalah absorpsi cahaya (energi) oleh atom-atom pada panjang gelombang tertentu yang mengakibatkan suatu elektron tereksitasi dari keadaan dasarnya. Kelebihan metode spektrofotometri serapan atom antara lain analisis cepat, tingkat ketelitian, tidak memerlukan pemisahan pendahuluan, dan mampu menganalisis sampel dengan konsentrasi yang rendah (Khopkar, 1990).

Cara kerja SSA yakni sampel yang berwujud cair diuapkan melalui nyala yang akan membentuk uap yang mengandung atom logam dalam keadaan bebas namun tetap berada pada keadaan dasar. Atom logam ini akan mengabsorpsi energi dari sumber cahaya yang diberikan dari lampu katoda yang sesuai dengan logam yang akan dideteksi pada panjang gelombang tertentu. Banyaknya cahaya yang diabsorpsi oleh atom logam sebanding dengan banyaknya atom yang berada dalam keadaan dasar (Basset *et al.*, 1991). Hubungan antara konsentrasi dengan absorpsi cahaya pada atom dalam keadaan dasar mengikuti aturan hukum Lambert-Beer (Hendayana, 1994).

Komponen utama dalam pengukuran menggunakan SSA dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Komponen Utama Spektrofotometer Serapan Atom

(sumber : Christian, G. D., 1994)

Konsentrasi sampel dapat diketahui dengan mensubstitusikan nilai absorbansi sampel yang dihasilkan dari pengukuran ke dalam persamaan regresi linier. Penetapan kadar konsentrasi sampel diawali dengan membuat kurva kalibrasi dari larutan standar yang telah diketahui konsentrasinya. Nilai absorbansi dari larutan standar diplotkan sebagai sumbu Y dan konsentrasi sebagai sumbu X. Konsentrasi dari sampel diperoleh dari mengganti nilai Y dengan nilai absorbansi sampel dan

dihitung berdasarkan persamaan regresi linier larutan standar (Miller dan Miller, 1991).

Untuk sampel yang berwujud padat, sebelum dilakukan analisa menggunakan metode spektrofotometer serapan atom perlu dilakukan tahapan destruksi terlebih dahulu. Destruksi merupakan suatu proses pengambilan mineral dalam suatu bahan olahan pangan yakni dengan cara perusakan ikatan antara senyawa organik dengan logam. Destruksi dibagi menjadi 2 yaitu destruksi kering dan destruksi basah. Destruksi kering dilakukan dengan memanaskan sampel pada suhu di atas 500° C. Destruksi ini cukup sederhana dan waktu yang dipakai untuk analisis juga cepat (Dewi, 2012). Destruksi basah merupakan cara untuk mengambil mineral logam dari sampel dalam bentuk larutan jernih dengan penambahan larutan pendestruksi yang berupa asam kuat. Destruksi ini memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan destruksi kering yakni suhu pemanasan yang relatif lebih rendah sehingga kemungkinan logam yang hilang saat pemanasan juga semakin kecil (Darmono, 1995).

2.5 Tekstur

Tekstur makanan dapat didefinisikan sebagai cara bagaimana berbagai unsur komponen dan unsur struktur ditata dan digabungkan menjadi mikro dan makro struktur. Tekstur makanan dapat dievaluasi dengan uji mekanika (metode instrumen) atau dengan analisis secara pengindraan. Tekstur merupakan segi penting dari mutu makanan, kadang-kadang lebih penting daripada bau rasa dan warna. Tekstur paling penting pada makanan lunak dan makanan renyah. Ciri yang paling sering diacu adalah kekerasan, kekohesifan, dan kandungan air. Terdapat tiga golongan ciri tekstur, yaitu ciri mekanis, geometris dan ciri lain yang berkaitan terutama dengan air dan lemak (deMan, 1989).

Tingkat kekenyalan atau tekstur bahan dapat diukur menggunakan penetrometer (Suwanto dan Hapsari, 2012). Ragam tingkat kesukaan panelis terhadap

tekstur nugget dikelompokkan sesuai kategori tekstur yang diusulkan panelis berdasarkan kedalaman tusukan jarum penetrometer terhadap permukaan nugget dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kategori Tekstur Tahu

Tekstur Tahu (mm)	Kategori Tekstur Tahu
< 90	-
81-90	Sangat Lembek
61-80	Lunak / Lembek
41-60	Kenyal
20-40	Keras
1-19	Sangat Keras

Sumber: Utami et al., 2000

2.6 Warna

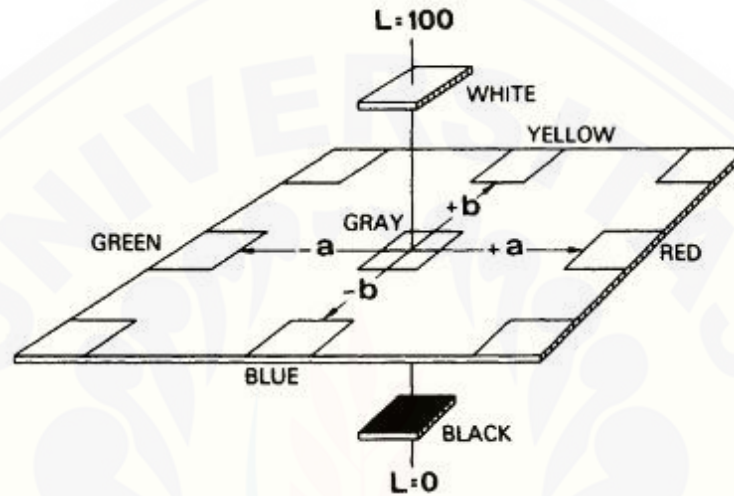
Warna pada bahan makanan merupakan faktor yang ikut menentukan mutu dan sebagai indikator kesegaran atau kematangan makanan. Cara pengolahan yang baik dapat ditandai dengan adanya warna yang seragam dan merata pada seluruh permukaan makanan (Winarno,1980).

Warna bahan makanan biasanya diukur dalam unit L, a, dan b yang merupakan standar internasional pengukuran warna menggunakan sistem Hunter. Dengan Hunter LAB kita mulai diberikan pandangan serta makna dari setiap dimensi yang dibentuk, yaitu:

- Besaran L untuk mendeskripsikan kecerahan warna, L 0 untuk hitam dan L 100 untuk putih,
- Dimensi a mendeskripsikan jenis warna hijau – merah, dimana angka a negatif mengindikasikan warna hijau dan sebaliknya a positif mengindikasikan warna merah,
- Dimensi b untuk jenis warna biru – kuning, dimana angka b negatif

mengindikasikan warna biru dan sebaliknya b positif mengindikasikan warna kuning (deMan, 1989).

Model warna dilustrasikan dalam gambar 2.4.



Gambar 2.4 Model warna sistem Hunter
(sumber: Hunter Associates Lab.,Inc.)

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Kimia Organik dan Biokimia Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Laboratorium RPHP Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dan Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember. Waktu penelitian akan dilaksanakan pada bulan April hingga Juni 2015.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

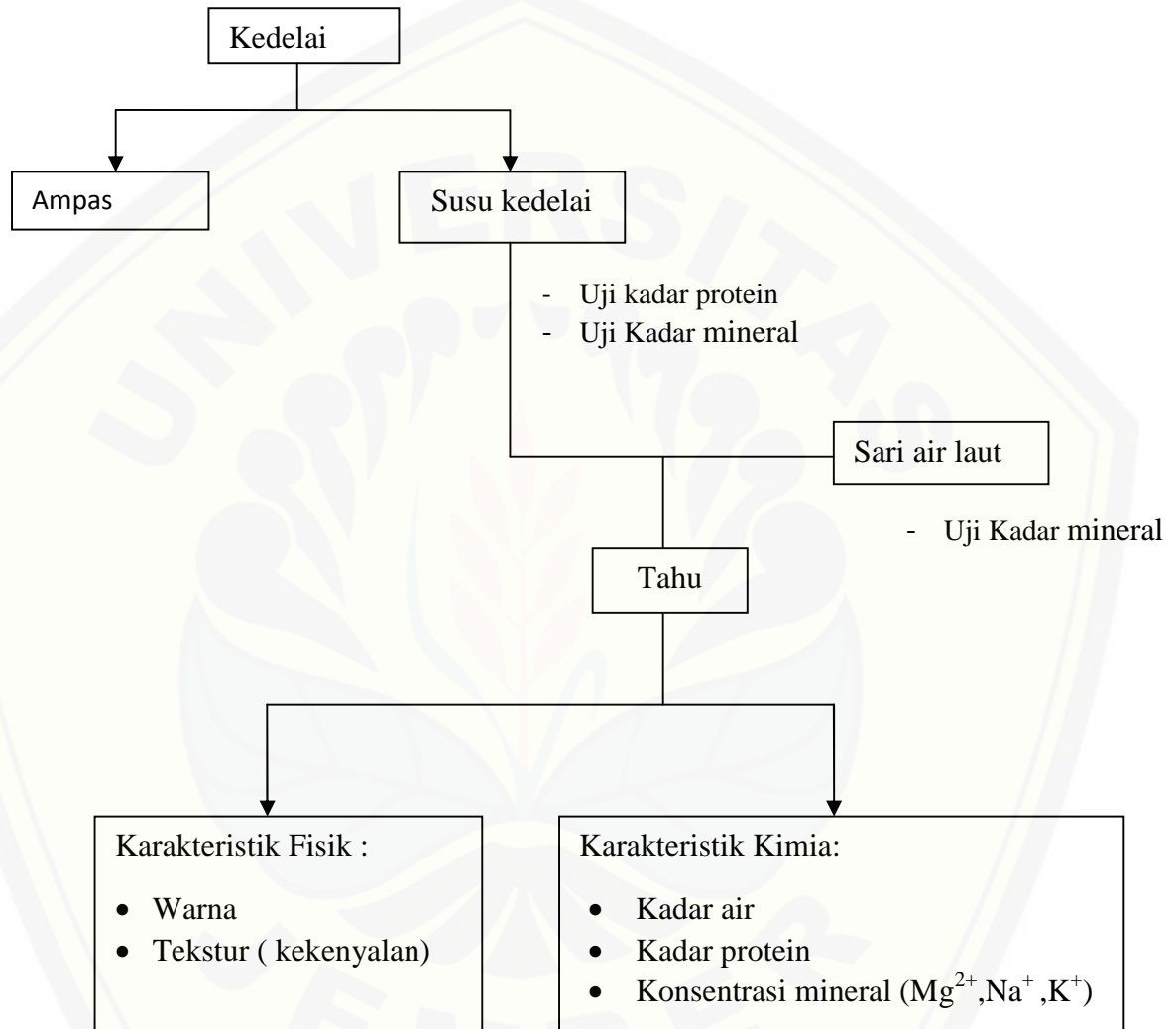
Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : Gelas beker, erlenmeyer, pipet volum, pipet mohr, pipet tetes, spatula, kertas saring, corong, *ball pipet*, gelas ukur, labu ukur, pengaduk, neraca analitik, botol semprot, alat penggilingan kedelai, baskom, cetakan tahu, panci, kompor, kain kasa, mortal, pastel, *hot plate* / pemanas listrik, *color reader*, penetrometer, oven, cawan porselen, desikator, seperangkat alat destruksi, seperangkat alat kjehdahl, buret, dan AAS Perkin Elmer Precisely Aanalyst 400.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : kedelai, sari air laut, aquades, aquademin, Na_2SO_4 , CuSO_4 , NaOH , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, H_2SO_4 pekat, asam borat 4%, indikator BCG-MR, HCl 0.02N, HNO_3 pekat, dan larutan standar Mg^{2+} , K^+ , Na^+ 1000 ppm.

3.3 Rancangan Penelitian

3.3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pembuatan Tahu

Proses pembuatan tahu dimulai dengan penimbangan 1000 gram kedelai kemudian dicuci, ditiriskan, dan direndam dalam air dengan perbandingan 3:1 selama ± 8 jam. Kacang kedelai selanjutnya siap untuk proses penggilingan dengan ditambahkan air sebanyak 5 L. Satu set alat penggilingan kedelai disiapkan. Kacang kedelai dimasukkan dalam penggilingan dan ditambahkan air sedikit demi sedikit. Ampas dan susu kedelai yang dihasilkan selanjutnya ditampung ditempat yang berbeda. Susu kedelai diukur volumenya. Selanjutnya susu kedelai dipisahkan menjadi 10 bagian dengan masing-masing sampel 500 mL pada baskom yang berbeda, sisa susu kedelai dimasukkan botol yang berbeda untuk diukur kadar protein dan mineral. 10 bagian susu kedelai selanjutnya masing-masing dipanaskan sampai mendidih lalu ditambahkan dengan sari air laut pemekatan 50 kali dengan masing-masing volume 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 dan 10 mL. Susu kedelai diaduk perlahan dan ditunggu hingga terbentuk gumpalan. Dalam keadaan panas, tuangkan larutan yang telah menggumpal ke dalam cetakan yang telah berisi kain dan ditekan dengan kuat. Tahu yang telah didapatkan selanjutnya ditimbang. Tahu yang diperoleh siap digunakan sebagai sampel.

3.4.2 Analisis tingkat kecerahan (warna)

8 sampel tahu disiapkan. Pengukuran menggunakan *color reader*. Permukaan pembacaan warna pada *color reader* diletakkan menempel pada permukaan tahu, kemudian ditekan tombol *on* dan di catat nilai L, a, dan b yang terukur. Dilakukan 5 kali pengulangan untuk masing-masing sampel pada permukaan yang berbeda. Rata-rata nilai L merupakan tingkat kecerahan sampel.

3.4.3 Analisis tingkat kekerasan (tekstur)

Tingkat kekenyalan atau tekstur bahan dapat diukur menggunakan penetrometer (Suwanto dan Hapsari, 2012). Penetrometer dipastikan dalam keadaan baik dan

bersih. Tahu diletakkan pada permukaan alat tepat dibawah jarum penusuk. Jarum penusuk diletakkan tepat menempel permukaan atas tahu. Dicatat angka pada alat sebelum jarum menusuk. Kelem pengunci dibuka selama 10 detik. Jarum penusuk akan menusuk tahu selama 10 detik. Kelem pengunci ditutup setelah 10 detik. Dicatat angka pada alat setelah jarum menusuk. Diulangi perlakuan yang sama pada permukaan yang lain. Nilai kekenyalan dihitung dari kedalaman tusukan jarum setelah 10 detik dikurangi kedalaman tusukan jarum awal. Semakin besar nilai kekenyalan menunjukkan bahwa tahu semakin lunak.

3.4.3 Analisis kadar Air

Tahu ditimbang sebanyak 2 gram pada cawan porselen yang telah diketahui beratnya. Kemudian dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam pada suhu 105°C. Sampel kemudian dikeluarkan dari oven dan dimasukkan ke dalam desikator dan segera ditimbang setelah mencapai suhu kamar. Kemudian dimasukkan kembali sampel ke dalam oven sampai tercapai berat yang konstan. Perhitungan kadar air mengikuti persamaan 3.1.

$$\% KA = \frac{b - c}{b - a} \times 100\% \quad (3.1)$$

dimana :

- % KA : % kadar air
- a : berat wadah (gram)
- b : berat wadah + sampel sebelum di oven (gram)
- c : berat wadah + sampel setelah dioven, setelah konstan (gram)

3.4.4 Analisis kadar protein kasar

Kadar protein kasar dalam makanan ditentukan menggunakan metode Semimikro kjeldahl (SNI 01-2891-1992). Metode semimikro-kjeldahl dibagi menjadi 3 tahapan, yaitu destruksi, destilasi, dan titrasi.

a. Destruksi.

Sebanyak 300 mg tahu dimasukkan kedalam labu destruksi. Kemudian ditambahkan 2 gram katalisator $\text{Na}_2\text{SO}_4:\text{CuSO}_4$ dengan perbandingan 8:1, kemudian ditambahkan 5 mL H_2SO_4 *p.a.* Kemudian didestruksi sampai larutan berwarna hijau jernih. Larutan yang jernih menunjukkan bahwa semua partikel sampel padat telah terdestruksi menjadi partikel yang larut. Larutan jernih yang telah mengandung $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ kemudian didinginkan sampai suhu ruang agar suhu tidak mempengaruhi proses berikutnya. Selain itu juga disiapkan blanko pada labu yang berbeda dengan perlakuan yang sama secara keseluruhan tanpa ditambahkan sampel tahu.

b. Destilasi

Larutan sampel jernih yang telah dingin ditambahkan 40 mL aquades untuk melarutkan sampel. Kemudian larutan sampel dan blanko ditambahkan NaOH sampai basa (± 15 mL) kemudian didestilasi dalam seperangkat alat kjeldahl. Destilat yang dihasilkan ditampung dalam erlenmeyer yang telah diisi 10 mL asam borat 4% dan 5 tetes indikator BCG-MR. Proses destilasi dihentikan saat larutan sampel menjadi keruh dan terdapat endapan dalam labu kjeldahl, sedangkan larutan destilat dalam erlenmeyer berwarna biru.

c. Titrasi

Destilat sampel dan destilat blanko yang diperoleh dititrasi dengan HCl 0,1N sampai warna larutan berubah menjadi merah muda. Banyaknya HCl yang digunakan untuk menetralkan destilat akan ekuivalen dengan banyaknya N (berupa NH_4) dalam destilat. Kadar N dalam protein dapat diketahui setelah dilakukan perhitungan sesuai persamaan berikut :

$$\% \text{ protein} = \frac{(\text{ts} - \text{tb})}{\text{Berat sampel (mg)}} \times \text{N HCl} \times 14,008 \times 6,25 \times 100\% \quad (3.2)$$

Dimana:

ts : volume HCl titrasi sampel

tb : volume HCl titrasi blanko

(Bintang, 2010).

Sampel susu kedelai juga diukur kadar proteinnya. Susu kedelai yang dipakai sebanyak 3 mL kemudian ditambah 10 mL aquades selanjutnya diberi perlakuan sama seperti sampel tahu.

3.4.5 Analisis Kandungan Mineral

a. Dekstruksi Basah

Sampel kering ditimbang 1 gram, dimasukkan dalam gelas beker. Ditambahkan 10 mL HNO_3 14,3 M, 2 mL H_2SO_4 p.a, dan 1 mL H_2O_2 didiamkan 2 malam. Dipanaskan pada suhu 135°C hingga larutan jernih, didinginkan, disaring lalu dimasukkan labu ukur 25 mL. Selanjutnya diencerkan dengan HNO_3 0,5M sampai tanda batas. Larutan siap diukur kadar mineral Mg^{2+} , Na^+ dan K^+ . Langkah yang sama dilakukan pada sampel susu kedelai.

b. Pembuatan Larutan Standar Mg^{2+} , Na^+ dan K^+

Larutan standar yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan induk Mg^{2+} , Na^+ dan K^+ 1000 ppm. Masing-masing larutan induk diencerkan terlebih dahulu dalam konsentrasi 100 ppm, yakni dengan cara mengambil 5 mL larutan induk 1000 ppm dan dimasukkan dalam labu ukur 50 mL. Konsentrasi ini selanjutnya dijadikan 10 ppm dengan melarutkan 5 mL larutan 100 ppm dalam 50 mL labu ukur. Kemudian konsentrasi 10 ppm masih diperkecil lagi menjadi 1 ppm. Range konsentrasi larutan Mg^{2+} yang digunakan sebesar 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; dan 0,6 ppm. Masing-masing konsentrasi ini dibuat dengan cara mengambil larutan Mg^{2+} 1 ppm sebanyak 5 mL, 10 mL, 15 mL, 20 mL, 25 mL, dan 30 mL ke dalam labu ukur 50 mL lalu diencerkan samapai tanda batas. Pembuatan larutan standar Na^+ sama dengan pembuatan Mg^{2+} yakni dengan mengambil 5 mL, 10 mL, 15 mL, 20 mL, 25 mL larutan standar 1 ppm lalu diencerkan dalam labu ukur 50 mL sehingga menghasilkan larutan standar dengan konsentrasi 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 dan 0,5 ppm. Range larutan standar untuk Kalium dibuat dari 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 sampai 1 ppm dengan cara

mengambil volume sebanyak 5, 10, 20, 30, 40 dan 50 mL dan diencerkan dalam labu ukur 50 mL sampai tanda batas.

c. Pembuatan Kurva Kalibrasi

Sederetan larutan standar yang telah dibuat dengan range konsentrasi larutan Mg^{2+} 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; dan 0,6 ppm selanjutnya diukur menggunakan AAS. Pembuatan kurva kalibrasi awalnya mengukur larutan blanko. Tahap selanjutnya pengukuran larutan standar dari konsentrasi terendah sampai tertinggi. Hasil yang diperoleh berupa data absorbansi dan dibuat grafik dengan memplotkan sumbu x sebagai konsentrasi dan sumbu y sebagai absorbansi. Kurva yang diperoleh akan menghasilkan persamaan regresi linier

$$Y = mx + c \quad (3.3)$$

Nilai yang didapatkan dari persamaan ini berupa data slope (m) dan intersep (c).

Pembuatan kurva kalibrasi untuk Na^+ dan K^+ juga dilakukan dengan cara yang sama seperti dalam pembuatan kurva kalibrasi Mg^{2+} .

d. Analisis Kadar Magnesium (Mg^{2+}), Kalium (K^+), dan Natrium (Na^+)

Jenis sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tahu dan susu kedelai. Pertama yang diukur adalah konsentrasi magnesium, kalium, dan natrium hasil pemisahan dari proses dekstruksi dari masing-masing sampel. Larutan dimasukkan dalam gelas beaker sebanyak 15 mL lalu diuji menggunakan AAS. Selang pada AAS dihubungkan pada masing-masing sampel yang telah disediakan dimulai dari volume terendah sampai tertinggi. Panjang gelombang yang dipergunakan adalah 285,2 nm. Absorbansi rata-rata dari masing-masing sampel dicatat dan dimasukkan dalam persamaan regresi linier yang telah didapatkan sebelumnya dalam pembuatan kurva kalibrasi.

Nilai Y disubstitusikan ke persamaan 3.3 sebagai nilai absorbansi dari sampel. Setelah data dimasukkan, maka nilai x sebagai konsentrasi magnesium dalam sampel dapat diketahui. Diulangi dengan perlakuan yang sama untuk mengukur konsentrasi kalium dan natrium.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diperoleh kesimpulan yaitu : kadar sari air laut dengan perbandingan susu kedelai : sari air laut sebesar 500:8 mL menghasilkan karakteristik tahu terbaik. Berat tahu yang dihasilkan setiap 500 mL susu kedelai adalah 179,967 gram; tingkat kecerahan 52,96; kedalaman tusukan (tekstur) 40,0 mm; kadar air 77,90 %; kadar protein 16,305 %; kandungan mineral Mg^{2+} 130 ppm; mineral Na^+ 368 ppm dan mineral K^+ 624 ppm.

5.2 Saran

Penelitian perlu dilakukan uji organoleptik rasa metode tingkat kesukaan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap produk tahu yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, S. 2001. *Prinsip dasar ilmu gizi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Badan Standarisasi Nasional. 1998. *Standar Nasional Indonesia SNI 01-3142-1998, Tahu*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 1992. *Standar Nasional Indonesia SNI 01-2891-1992, Cara Uji Makanan dan Minuman*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Basset, J. Denney, R.C., dan Mendham, J. 1991. *Buku Ajar Vogel : Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*. Terjemahan oleh Hadyana Pudjaatmaka dan Setiono. 1994. Jakarta : EGC Press.
- Bender, A.E. 1987. *Dictionary Of Nutrition And Food Technology*. 6 Edition. London : Butterworths
- Bintang, M. 2010. *Biokimia Teknik Penelitian*. Jakarta : Erlangga.
- Blazek, V. 2008. "Chemical and Biochemical Factors that Influence the Gelation of Soybean Protein and the Yield of Tofu". Tidak Diterbitkan. Tesis. Sydney: Faculty of Agriculture, Food and Natural Resources The University of Sydney.
- Cahyadi, W. 2007. *Kedelai Khasiat Dan Teknologi*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Chai, T.D & Chang, K.C. 1998. Characteristics of Production-Scale Tofu as Affected by Soymilk Coagulation Methode : Propeller Blade Size, Mixing Time and Coagulant Concentration. *Food Research International*. Vol 31 (4) : 289-295.
- Christian, G. D. 1994. *Analytical Chemistry*. New York : John Wiley & Sons, Inc.
- Culkin, F & Cox, R. A. 1966. Sodium, Potassium, Magnesium, Calcium and Strontium in Sea Water. *Deep Sea Research*. Vol 13 : 789-804.
- Culkin, F dan Cox, R. A. 1966. Sodium, Potassium, Magnesium, Calcium and Strontium in Sea Water. *Deep Sea Research*. Vol 13 : 789-804.

- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta : UI Press.
- deMan, J. M. 1989. *Kimia Makanan*. Terjemahan oleh Padmawinata Kosasih. 1997. Bandung : ITB.
- deMan, J. M. 1989. *Kimia Makanan*. Terjemahan oleh Padmawinata Kosasih. 1997. Bandung : ITB.
- Deutscher, M. 1990. *Guide to Protein Purification Methods in Enzymology*. California : Academic Press, INC.
- Dewi, D.C. 2012. Determinasi Kadar Logam Timbal (Pb) Dalam Makanan Kaleng Menggunakan Destruksi Basah dan Destruksi Kering. *Alchemy*. Vol 2 : 12-25.
- Hames, B.D., Hooper, N.M., dan Houghton, J.D. 1997. *Biochemistry*. UK: BIOS Scientific Publishers Limited.
- Harmayani, Rahayu, Djaafar, Sari, dan Marwati. 2009. Pemanfaatan Kultur *Pediococcus acidilactici* F-11 Penghasil Bakteriosin Sebagai Penggumpal pada Pembuatan Tahu. *J. Pascapanen*. Vol 6 (1) : 10-20.
- Harmita. 2004. Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. Vol 1: 3.
- Hendayana, S. 1994. *Kimia Analitik Instrumen*. Semarang : IKIP Semarang Press.
- Kartasapoetra, G., & Marsetyo. 1995. *Ilmu Gizi, Korelasi Gizi, Kesehatan, dan Produktivitas Kerja*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Kartasapoetra, G., dan Marsetyo. 1995. *Ilmu Gizi, Korelasi Gizi, Kesehatan, dan Produktivitas Kerja*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta : UI Press.
- Kohyama, K., Sano, Y., dan Doi, E. 1995. Rheological Characteristics and Gelation Mechanism of tofu (soybean Curd). *J. Agric. Food Chem*. Vol 43: 1808-1812.
- Koolman, J. & Rohm, K.H. 1994. *Atlas Berwarna Dan Teks Biokimia* . terjemahan oleh Septelia Inawati Wanandi. 2001. Jakarta : Hipokrates.
- Koswara, Sutrisno. 1995. *Teknologi Pengolahan Kedelai, Menjadikan Makanan Bermutu*. Jakarta : Sinar Harapan.

- Legowo, Anang Mohamad dan Nurwantoro. 2004. *Diktat Kuliah Analisis Pangan*. Semarang : Undip Press.
- Lehninger, Albert L. 1982. *Dasar-dasar Biokimia*. Terjemahan oleh Maggy Thenawidjaja. Jakarta: Erlangga.
- Midayanto, D. N & Yuwono, S. S. 2014. Penentuan Atribut Mutu Teksstur Tahu Untuk Direkomendasikan Sebagai Syarat Tambahan Dalam Standar Nasional Indonesia. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* vol. 2: 250-267.
- Miller, J. C & Miller, J. N. 1991. *Statistika untuk Kimia Analitik*. Bandung : ITB.
- Nugrahani, E.M., Asnawati, dan Santoso, A.B. 2014. "Pembuatan Koagulan Tahu Dari Air Laut Yang Dipekatkan melalui Pemanasan Beberapa Tingkat Konsentrasi." Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNEJ.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI. 2013. *Angka Kecukupan Gizi Yang Dianjurkan, AKG*. Jakarta : Menteri Kesehatan RI.
- Prabhakaran, M. P., Perera, C. O., dan Valiyaveetil, S. 2006. Effect of Different Coagulants on the Isoflavone Levels and Physical Properties of Prepared Firm Tofu. *Food Chemistry*. Vol 99 : 492-499.
- Ratnaningtyas, Astari. 2003. *Tahu Dari Kacang Non Kedelai dan Studi Kasus Kacang Komak*. Bogor : Fakultas Teknologi Pertanian ITB.
- Rude, R.K., Mamoogian, C., dan Ehrich, P. 1989. Mechanisms of blood pressure regulation by magnesium in man. *Magneisum*, 8, 266-273.
- Saadah, Mahmudatus. 2012. Mineral [serial online]. [http://file.upi.edu/Direktori/FPTK/JUR. PEND. KESEJAHTERAAN KELUARGA/197807162006042-IMAHMUDATUSSA%27ADAH/MINERAL](http://file.upi.edu/Direktori/FPTK/JUR._PEND._KESEJAHTERAAN_KELUARGA/197807162006042-IMAHMUDATUSSA%27ADAH/MINERAL). [14 Januari 2015].
- Sarwono, B. & Saragih, Y.P. 2003. *Membuat Aneka Tahu*. Jakarta : Penebar wadaya.
- Schlingmann, K.P., Konrad, M., dan Seyberth, H.W. 2004. Genetics Of Hereditary Disorders Of Magnesium Homeostatis. *Pediatr Nephrol*. Vol 19 : 13-25.

- Sediaoetama, D.A. 2010. *Ilmu Gizi Jilid 2*. Jakarta : Dian Rakyat.
- Sembiring, N. & A, Subroto. 2007. *Terapi Sari Air Laut*. Surabaya : Penebar Plus.
- Skoog, D.A., Holler, F.J., dan Crouch, S.R. 2007. *Principles of Instrumental Analysis*. Sixth Edition. Canada : Thomson Cooperation.
- Sudjana. 1996. *Metode Statistik*. Bandung: Tarsito.
- Suhardjo & Clara, M.K.1992. *Prinsip Ilmu Gizi*. Bogor : Kanisous.
- Suwanto, E.P. & Hapsari, Y.D. 2012. *Studi Perancangan Penetrometer Digital Sebagai Alat Uji Konsistensi Bahan Berbasis Mikrokontroler*. Surabaya : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam ITS.
- Utami, A.K., Fatimah, D.R., dan Purwanto, E. 2000. Analisis Mutu dan Sensorik, Fisikdan Kimia Nugget Ampas Tahu. JSKA vol VI : 3.
- Winarno, F. G., Fardiaz, S., dan Fardiaz, D. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Jakarta : Gramedia.
- Winarno, F. G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : Gramedia.
- Yuniastuti, Ari. 2008. *Gizi Dan Kesehatan*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Zhang, J. 2012. *Protein-Protein Interactions in Salt Solution*. California : department of Analytical and Formulation Sciences.

LAMPIRAN

Lampiran A. Massa Tahu

Variasi	Volume susu kedelai (mL)	Volume sari air laut (mL)	Massa tahu yang dihasilkan (g)				SD
			U1	U2	U3	Rata-rata	
A	500	1	-	-	-	-	-
B	500	2	100,993	100,648	100,948	100,863	0,1875
C	500	3	116,116	115,962	114,983	115,687	0,6145
D	500	4	128,761	129,149	129,144	129,018	0,2226
E	500	5	129,763	129,541	129,487	129,597	0,1463
F	500	6	176,964	176,979	177,024	176,989	0,0312
G	500	7	179,735	179,598	179,638	179,657	0,0704
H	500	8	179,884	179,918	180,099	179,967	0,1156
I	500	9	98,652	98,564	98,179	98,465	0,2515
J	500	10	-	-	-	-	-

Keterangan :

U : Ulangan

SD : Standar Deviasi

Lampiran B. Karakteristik Fisik

B.1 Tingkat Kecerahan (Warna)

Sampel	U	L	a	b
A	-	-	-	-
B	1	53,40	0,20	26,40
	2	53,90	0,10	25,90

Lanjutan

Sampel	U	L	a	b
B	3	54,20	0,20	26,10
	4	54,00	-0,10	26,80
	5	51,80	0,20	25,80
	Rata-rata	53,46	0,12	26,20
	SD	0,97	-	-
C	1	53,60	0,20	26,70
	2	54,10	0,20	26,60
	3	54,00	-0,10	26,20
	4	52,80	0,30	26,40
	5	52,40	0,20	26,40
	Rata-rata	53,38	0,16	26,46
	SD	0,75	-	-
D	1	50,70	-0,10	29,10
	2	50,90	-1,00	28,20
	3	49,80	1,10	24,00
	4	49,70	0,30	25,80
	5	51,10	0,90	25,10
	Rata-rata	50,44	0,24	26,44
	SD	0,64	-	-
E	1	49,80	-0,10	26,80
	2	50,50	1,00	29,20
	3	50,70	0,30	24,00
	4	51,50	-0,70	26,20
	5	48,10	1,30	25,20

Lanjutan

Sampel	U	L	a	B
E	Rata-rata	50,12	0,36	26,28
	SD	1,28	-	-
F	1	50,90	-0,60	29,10
	2	48,80	0,70	24,60
	3	49,80	0,10	26,50
	4	53,20	0,50	25,30
	5	49,80	0,30	26,60
	Rata-rata	50,5	0,2	26,42
	SD	1,68	-	-
G	1	47,40	-0,40	23,60
	2	52,40	0,80	27,00
	3	52,30	0,90	28,30
	4	52,50	0,30	26,30
	5	51,80	0,60	27,70
	Rata-rata	51,28	0,44	26,58
	SD	2,18	-	-
H	1	49,20	1,20	25,20
	2	51,70	0,60	26,00
	3	54,00	0,00	27,90
	4	53,80	0,20	26,50
	5	51,10	-1,20	25,90
	Rata-rata	52,96	0,16	26,36
	SD	1,99	-	-

Lanjutan

Sampel	U	L	a	b
I	1	49,80	0,40	26,70
	2	53,90	-1,10	26,80
	3	54,90	0,10	26,20
	4	53,60	0,90	26,40
	5	53,10	0,60	26,80
	Rata-rata	53,06	0,18	26,58
	SD	1,94	-	-
J	-	-	-	-

Keterangan :

U : Ulangan

L : Nilai kecerahan

a : Warna kemerahan atau kehijauan

b : Warna kekuningan atau kebiruan

SD : Standard Deviasi

B.2 Tingkat Kekerasan (Tekstur)

Sampel	U	Kedalaman awal (mm)	Kedalaman akhir (mm)	Kedalaman tusukan (mm)
A	-	-	-	-
B	1	158	223	65
	2	143	205	62
	3	146	206	60
	4	144	207	63
	5	142	204	62

Lanjutan

Sampel	U	Kedalaman awal (mm)	Kedalaman akhir (mm)	Kedalaman tusukan (mm)
B		Rata-rata		62,40
		SD		1,81
C	1	145	203	58
	2	158	213	55
	3	146	203	57
	4	148	204	56
	5	140	196	56
		Rata-rata		56,40
		SD		1,14
D	1	150	202	52
	2	171	221	50
	3	145	198	53
	4	160	210	50
	5	171	226	55
		Rata-rata		52
		SD		2,12
E	1	172	221	49
	2	155	203	48
	3	145	195	50
	4	161	210	49
	5	176	227	51
		Rata-rata		49,40
		SD		1,14

Lanjutan

Sampel	U	Kedalaman awal (mm)	Kedalaman akhir (mm)	Kedalaman tusukan (mm)	
F	1	135	324	48	
	2	125	171	46	
	3	125	168	43	
	4	138	183	45	
	5	132	178	46	
			Rata-rata		45,60
			SD		1,81
G	1	125	170	45	
	2	125	169	44	
	3	138	182	44	
	4	135	178	43	
	5	132	176	44	
			Rata-rata		44
			SD		0,71
H	1	190	228	38	
	2	200	239	39	
	3	201	242	41	
	4	201	241	40	
	5	218	260	42	
			Rata-rata		40
			SD		1,58
I	1	219	284	65	
	2	209	276	67	

Lanjutan

Sampel	U	Kedalaman awal (mm)	Kedalaman akhir (mm)	Kedalaman tusukan (mm)
I	3	213	282	69
	4	197	266	69
	5	204	274	70
		Rata-rata		68
		SD		2
J	-	-	-	-

Keterangan :

U : Ulangan

SD : Standard Deviasi

Lampiran C. Karakteristik Kimia

C.1 Kadar Air

$$\% KA = \frac{(massa \text{ cawan} + sampel(g)) - (massa \text{ cawan} + sampel \text{ setelah dioven dan kons tan}(g))}{(massa \text{ cawan} + sampel(g)) - (massa \text{ cawan}(g))} \times 100\%$$

$$tahuB = \frac{34,911(g) - 33,208(g)}{34,911(g) - 32,891(g)} \times 100\% = 84,308\%$$

Variasi	U	Massa cawan (g)	Massa cawan + tahu (g)	Massa tahu (g)	Massa cawan + tahu setelah dioven (g)			Kadar air (%)
					t1	t2	konstan	
A	-	-	-	-	-	-	-	-
B	1	32,896	34,916	2,020	33,348	33,278	33,102	
	2	32,890	34,920	2,030	33,675	33,524	33,303	

Lanjutan

variasi	U	Massa cawan (g)	Massa cawan + tahu (g)	Massa tahu (g)	Massa cawan + tahu setelah dioven (g)			Kadar air (%)
					t1	t2	konstan	
B	3	32,887	34,897	2,010	33,492	33,389	33,219	84,308
	rata-rata	32,891	34,911	2,020	33,505	33,397	33,208	
	SD	0,004	0,012	0,010	0,164	0,123	0,101	
C	1	30,392	32,382	1,990	31,113	31,105	30,957	82
	2	30,379	32,359	1,980	30,905	30,885	30,568	
	3	30,354	32,354	2,000	30,997	30,962	30,674	
	rata-rata	30,375	32,365	1,990	31,005	30,984	30,733	
	SD	0,019	0,015	0,010	0,104	0,112	0,201	
D	1	54,112	56,112	2	54,796	54,601	54,570	81,140
	2	54,093	56,083	1,990	54,628	54,483	54,397	
	3	54,038	56,018	1,980	54,571	54,473	54,401	
	rata-rata	54,081	56,071	1,990	54,665	54,519	54,456	
	SD	0,038	0,048	0,010	0,117	0,071	0,098	
E	1	61,478	63,518	2,020	62,113	61,705	61,679	80,980
	2	61,488	63,518	2,030	62,497	62,199	61,916	
	3	61,513	63,493	1,980	62,578	62,369	62,030	
	rata-rata	61,493	63,503	2,010	62,396	62,091	61,875	
	SD	0,018	0,014	0,026	0,248	0,345	0,179	
F	1	29,887	31,887	2,000	30,931	30,684	30,391	
	2	30	31,888	1,990	30,990	30,615	30,216	

Lanjutan

Keterangan :

U : Ulangan

t1 : Penimbangan pertama

t2 : Penimbangan kedua

C.2 Kadar Protein

$$\% \text{ protein} = \frac{V_{ts}(mL) - V_{tb}(mL)}{\text{massa sampel}(mg)} \times \text{konsentrasi HCl}(mol / L) \times 14,008(g / mol) \times 6,25 \times 100\%$$

$$\% \text{ protein tahu B} = \frac{3,60 mL - 0,04 mL}{300 mg} \times 0,097 mol / L \times 14,008 g / mol \times 6,25 \times 100\% = 10,077\%$$

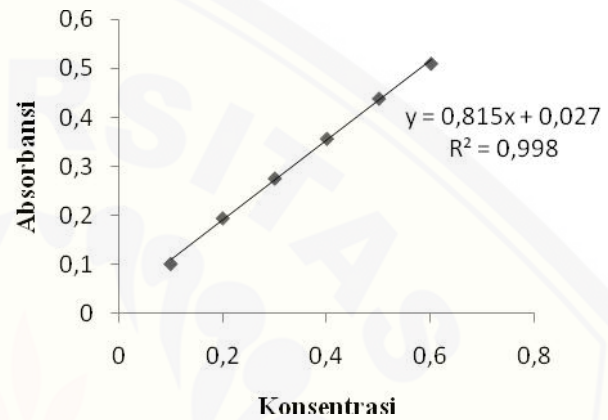
Variasi	Volume HCl (mL)					Kadar protein (%)
	U1	U2	U3	Rata-rata	SD	
Susu kedelai	7,420	7,250	7,260	7,310	0,095	20,579
A	-	-	-	-	-	-
B	3,260	3,560	3,620	3,600	0,193	10,077
C	5,670	5,700	5,670	5,680	0,017	15,965
D	5,710	5,660	5,700	5,690	0,026	15,993
E	5,740	5,690	5,700	5,710	0,026	16,050
F	5,730	5,760	5,740	5,740	0,015	16,135
G	5,790	5,730	5,740	5,750	0,032	16,165
H	5,780	5,800	5,820	5,800	0,020	16,305
I	3,620	3,580	3,630	3,610	0,026	10,105
J	-	-	-	-	-	-

Lampiran D. Pengukuran Konsentrasi Mineral

D.1 Kalibrasi Larutan Standar Pengukuran Sari Air Laut Pemekatan 50 kali

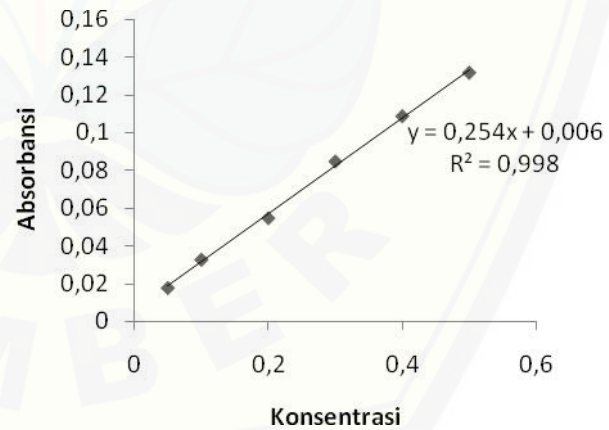
Kalibrasi Larutan Standar Mg^{2+}

Larutan Standar	Absorbansi
Blanko	0,000
0,1	0,102
0,2	0,195
0,3	0,276
0,4	0,357
0,5	0,439
0,6	0,510



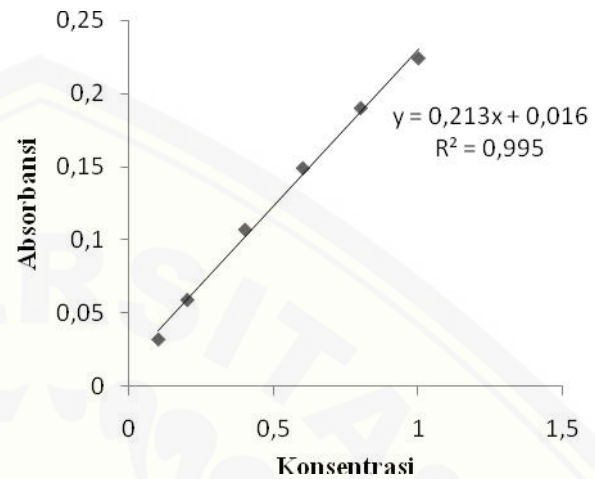
Kalibrasi Larutan Standar Na^+

Larutan Standar	Absorbansi
Blanko	0,000
0,05	0,018
0,1	0,033
0,2	0,055
0,3	0,085
0,4	0,109
0,5	0,132



Kalibrasi Larutan Standar K^+

Larutan Standar	Absorbansi
Blanko	0,000
0,1	0,032
0,2	0,059
0,4	0,107
0,6	0,149
0,8	0,190
1,0	0,224



D.2 Konsentrasi Sari Air Laut pemekatan 50 kali

Konsentrasi Mg^{2+} Sari Air Laut

Ulangan	Absorbansi
1	0,641
2	0,635
3	0,633
4	0,641
5	0,640
Rata-rata	0,638
SD	0,003

$$y = 0,815x + 0,027$$

$$0,638 - 0,027 = 0,815x$$

$$0,611 = 0,815x$$

$$x = 0,749 \times 5000 = 37.450 \text{ ppm} \rightarrow [MgSO_4] = 37.450 \text{ ppm}$$

$$[MgSO_4] = 37.450 \text{ ppm} = 37.450 \text{ mg} = 37,45 \text{ g}$$

$$n MgSO_4 = \frac{37,45 \text{ g}}{120,3 \text{ g/mol}} = 0,312 \text{ mol}$$



$$n Mg = n MgSO_4 = 0,312 \text{ mol}$$

$$[Mg^{2+}] = 0,312 \text{ mol} \times 24 \text{ g/mol} = 7,488 \text{ g} = 7.488 \text{ mg} = 7.488 \text{ ppm}$$

Konsentrasi Na^+ Sari Air Laut

Ulangan	Absorbansi
1	0,104
2	0,099
3	0,102
4	0,098
5	0,102
Rata-rata	0,101
SD	0,002

$$y = 0,254x + 0,006$$

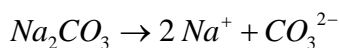
$$0,101 - 0,006 = 0,254x$$

$$0,095 = 0,254x$$

$$x = 0,374 \times 250000 = 93.503 \text{ ppm} \rightarrow [Na_2CO_3] = 93.503 \text{ ppm}$$

$$[Na_2CO_3] = 93.503 \text{ ppm} = 93.503 \text{ mg} = 93,503 \text{ g}$$

$$n Na_2CO_3 = \frac{93,503 \text{ g}}{106 \text{ g/mol}} = 0,882 \text{ mol}$$



$$n Na^+ = 2 \times 0,882 \text{ mol} = 1,764 \text{ mol}$$

$$[Na^+] = 1,764 \text{ mol} \times 22,989 \text{ g/mol} = 40,557 \text{ g} = 40.557 \text{ mg} = 40.557 \text{ ppm}$$

Konsentrasi K^+ Sari Air Laut

Ulangan	Absorbansi
1	0,046
2	0,049
3	0,038
4	0,053
5	0,039
Rata-rata	0,045
SD	0,006

$$y = 0,213x + 0,016$$

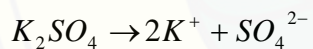
$$0,045 - 0,016 = 0,213x$$

$$0,029 = 0,213x$$

$$x = 0,136 \times 50000 = 6800 \text{ ppm} \rightarrow [K_2SO_4] = 6800 \text{ ppm}$$

$$[K_2SO_4] = 6800 \text{ ppm} = 6800 \text{ mg} = 6,8 \text{ g}$$

$$n K_2SO_4 = \frac{6,8 \text{ g}}{174,289 \text{ g/mol}} = 0,039 \text{ mol}$$



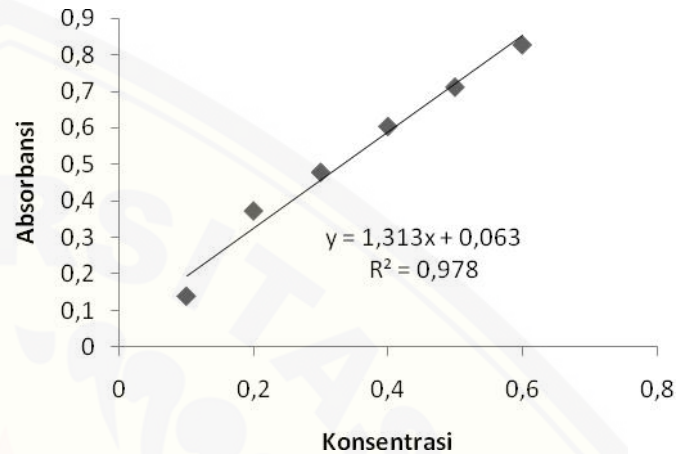
$$n K^+ = 2 \times 0,039 \text{ mol} = 0,078 \text{ mol}$$

$$[K^+] = 0,078 \text{ mol} \times 39 \text{ g/mol} = 3,044 \text{ g} = 3.044 \text{ mg} = 3.044 \text{ ppm}$$

D.3 Kalibrasi Larutan Standar Pengukuran Tahu H dan Susu Kedelai

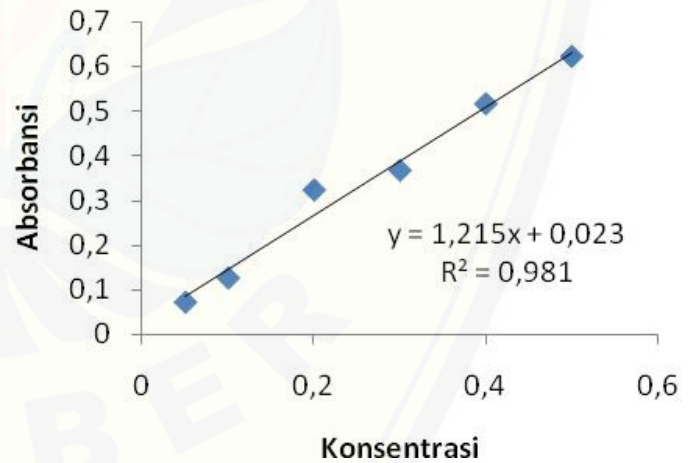
Kalibrasi Larutan Standar Mg^{2+}

Larutan Standar	Absorbansi
Blanko	0,000
0,1	0,139
0,2	0,373
0,3	0,479
0,4	0,605
0,5	0,713
0,6	0,829



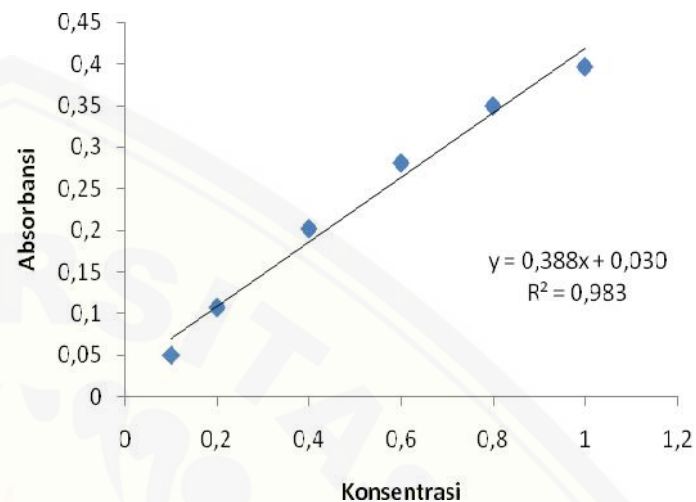
Kalibrasi Larutan Standar Na^+

Larutan Standar	Absorbansi
Blanko	0,000
0,05	0,072
0,1	0,126
0,2	0,323
0,3	0,367
0,4	0,516
0,5	0,622



Kalibrasi Larutan Standar K^+

Larutan Standar	Absorbansi
Blanko	0,000
0,1	0,049
0,2	0,107
0,4	0,202
0,6	0,281
0,8	0,349
1,0	0,397



D.4 Konsentrasi Mineral Mg, Na, K pada Tahu H dan Susu Kedelai

Konsentrasi Mg^{2+}

Ulangan	Absorbansi	
	Tahu H	Susu kedelai
1	0,752	0,283
2	0,747	0,279
3	0,750	0,283
4	0,746	0,282
5	0,751	0,283
Rata-rata	0,749	0,282
SD	0,002	0,002

Tahu H

$$y = 1,313x + 0,063$$

$$0,749 - 0,063 = 1,313x$$

$$0,6863 = 1,13x$$

$$x = 0,5227 \times 1250 = 653,37 \text{ ppm} \rightarrow [MgSO_4] = 653,37 \text{ ppm}$$

$$[MgSO_4] \rightarrow 653,37 \text{ ppm} = 653,37 \text{ mg} = 0,653 \text{ g}$$

$$n MgSO_4 = \frac{0,653 \text{ g}}{120,3 \text{ g/mol}} = 0,005 \text{ mol}$$



$$n Mg^{2+} = n MgSO_4 = 0,005 \text{ mol}$$

$$[Mg^{2+}] = 0,005 \text{ mol} \times 24 \text{ g/mol} = 0,13 \text{ g} = 130 \text{ mg} = 130 \text{ ppm}$$

Susu kedelai

$$y = 1,313x + 0,063$$

$$0,282 - 0,063 = 1,313x$$

$$0,219 = 1,13x$$

$$x = 0,1668 \times 1250 = 208,492 \text{ ppm} \rightarrow [MgSO_4] = 208,492 \text{ ppm}$$

$$[MgSO_4] \rightarrow 208,492 \text{ ppm} = 208,492 \text{ mg} = 0,208 \text{ g}$$

$$n MgSO_4 = \frac{0,208 \text{ g}}{120,3 \text{ g/mol}} = 0,002 \text{ mol}$$



$$n Mg^{2+} = n MgSO_4 = 0,002 \text{ mol}$$

$$[Mg^{2+}] = 0,002 \text{ mol} \times 24 \text{ g/mol} = 0,048 \text{ g} = 48 \text{ mg} = 48 \text{ ppm}$$

Konsentrasi Na^+

Ulangan	Absorbansi	
	Tahu G	Susu kedelai
1	0,196	0,101
2	0,197	0,102
3	0,198	0,102
4	0,198	0,106
5	0,202	0,104
Rata-rata	0,198	0,103
SD	0,002	0,002

Tahu H

$$y = 1,215x + 0,023$$

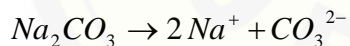
$$0,198 - 0,023 = 1,215x$$

$$0,175 = 1,215x$$

$$x = 0,1444 \times 6250 = 902,5 \text{ ppm} \rightarrow [\text{Na}_2\text{CO}_3] = 902,5 \text{ ppm}$$

$$[\text{Na}_2\text{CO}_3] = 902,5 \text{ ppm} = 902,5 \text{ mg} = 0,902 \text{ g}$$

$$n \text{ Na}_2\text{CO}_3 = \frac{0,902 \text{ g}}{106 \text{ g/mol}} = 0,008 \text{ mol}$$



$$n \text{ Na}^+ = 2 \times 0,008 \text{ mol} = 0,016 \text{ mol}$$

$$[\text{Na}^+] = 0,016 \text{ mol} \times 22,989 \text{ g/mol} = 0,368 \text{ g} = 368 \text{ mg} = 368 \text{ ppm}$$

Susu Kedelai

$$y = 1,215x + 0,023$$

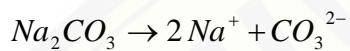
$$0,103 - 0,023 = 1,215x$$

$$0,08 = 1,215x$$

$$x = 0,0658 \times 6250 = 411,522 \text{ ppm} \rightarrow [Na_2CO_3] = 411,522 \text{ ppm}$$

$$[Na_2CO_3] = 411,522 \text{ ppm} = 411,522 \text{ mg} = 0,411 \text{ g}$$

$$n Na_2CO_3 = \frac{0,411 \text{ g}}{106 \text{ g/mol}} = 0,004 \text{ mol}$$



$$n Na^+ = 2 \times 0,004 \text{ mol} = 0,008 \text{ mol}$$

$$[Na^+] = 0,008 \text{ mol} \times 22,989 \text{ g/mol} = 0,183 \text{ g} = 183 \text{ mg} = 183 \text{ ppm}$$

Konsentrasi K⁺

Ulangan	Absorbansi	
	Tahu G	Susu kedelai
1	0,122	0,55
2	0,121	0,549
3	0,125	0,546
4	0,119	0,546
5	0,121	0,544
Rata-rata	0,121	0,547
SD	0,002	0,002

Tahu H

$$y = 0,388x + 0,03$$

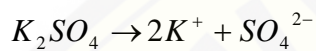
$$0,12178 - 0,03 = 0,388x$$

$$0,09178 = 0,388x$$

$$x = 0,2365 \times 6250 = 1.478,415 \text{ ppm} \rightarrow [K_2SO_4] = 1.478,415 \text{ ppm}$$

$$[K_2SO_4] = 1.478,415 \text{ ppm} = 1.478,415 \text{ mg} = 1,478 \text{ g}$$

$$n K_2SO_4 = \frac{1,478 \text{ g}}{174,289 \text{ g/mol}} = 0,008 \text{ mol}$$



$$n K^+ = 2 \times 0,008 \text{ mol} = 0,016 \text{ mol}$$

$$[K^+] = 0,016 \text{ mol} \times 39 \text{ g/mol} = 0,624 \text{ g} = 624 \text{ mg} = 624 \text{ ppm}$$

Susu Kedelai

$$y = 0,388x + 0,03$$

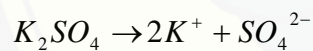
$$0,547 - 0,03 = 0,388x$$

$$0,517 = 0,388x$$

$$x = 1,332 \times 6250 = 8328,125 \text{ ppm} \rightarrow [K_2SO_4] = 8328,125 \text{ ppm}$$

$$[K_2SO_4] = 8328,125 \text{ ppm} = 8328,125 \text{ mg} = 8,328 \text{ g}$$

$$n K_2SO_4 = \frac{8,328 \text{ g}}{174,289 \text{ g/mol}} = 0,048 \text{ mol}$$



$$n K^+ = 2 \times 0,048 \text{ mol} = 0,096 \text{ mol}$$

$$[K^+] = 0,096 \text{ mol} \times 39 \text{ g/mol} = 3,744 \text{ g} = 3.744 \text{ mg} = 3.744 \text{ ppm}$$

	Konsentrasi (ppm)		
	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
Sari Air Laut	7.488	40.557	3.044
Susu kedelai	48	183	3.744
Tahu H	130	368	624

Lampiran E. Gambar Produk Tahu



Gambar 1. Tahu A-J



Gambar 2. Tahu A



Gambar 3. Tahu B



Gambar 4. Tahu C



Gambar 5. Tahu D



Gambar 6. Tahu E



Gambar 7. Tahu F



Gambar 8. Tahu G



Gambar 9. Tahu H



Gambar 10. Tahu I



Gambar 11. Tahu J

