**OPTIMALISASI FORMULASI TAHU DARI KACANG KEDELAI LOKAL (*Glicine Max*) DAN BAHAN *GLUCO DELTA LACTONE***

**DENGAN APLIKASI PROGRAM LINIER**

**Oleh :**

**Selsiami Rohmah**

**083020061**

**INTISARI**

Tujuan penelitian adalah untuk mempelajari dan mengetahui formulasi optimal dari kacang kedelai lokal dan konsentrasi *Glucono Delta Lacton* (GDL) terhadap karakteristik tahu sehingga diperoleh biaya minimum produksi.

Penelitian ini menggunakan program linier, dengan kadar protein dan kadar lemak dan kadar karbohidrat sebagai faktor pembatas. Faktor pembatas tersebut diperoleh dari acuan Standar Nasional Indonesia yang sudah ditetapkan pada tahun 1998. Program linier dapat menghasilkan suatu formulasi yang optimal dengan bermutu baik dan harga terjangkau.

Hasil analisis data menunjukkan bahwa konsentrasi *gluco delta lactone* berpengaruh nyata terhadap rasa, tekstur dan kenampakan tetapi tidak berbeda nyata terhadap aroma. Formulasi II merupakan formulasi terpilih karena memiliki kandungan gizi yang tinggi yaitu kadar protein 10,09%, kadar lemak 1,59% dan kadar karbohidrat 7,12% dan disukai oleh panelis. Tahu formula II adalah formula terpilih dengan harga sebesar Rp. 2947,42/2000gram berdasarkan program linier.

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang Masalah**

Kebutuhan kedelai di Indonesia saat ini mencapai 1,9 juta – 2 juta ton per tahun. Sekitar 70% kebutuhan kedelai bergantung pada impor dari luar negeri seperti Amerika, Malaysia, Kanada, Brazil dan Argentina. Hal ini menyebabkan naiknya harga kedelai dunia saat ini mencapai 100% dan memberikan dampak yang cukup signifikan bagi harga kedelai nasional. Impor terbesar kedelai berasal dari Amerika sebanyak 1,8 ton, Malaysia 120.074 ton, dan Brazil 13.550 ton. Kebutuhan kedelai pada tahun 2012 sebanyak 2,4 juta ton dan 83,7% didistribusi ke pengrajin tahu dan tempe. Banyaknya kedelai impor menyebabkan harga kedelai lokal terus mengalami kenaikan. Selain berkurangnya lahan pertanian akibat bencana banjir dan pembangunan serta tingginya gagal panen menyebabkan banyak petani memilih untuk tidak menanam kedelai  
(Ozal, 2012). Kedelai lokal varitas unggul lebih tinggi kadar proteinnya dari kedelai impor yaitu sekitar 40-44% sedangkan kedelai impor 35-37% (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2008).

Rasa tahu kedelai lokal lebih lezat, rendemennya pun lebih tingi, dan resiko terhadap kesehatan cukup rendah karena bukan benih transgenik. Kualitas kedelai lokal Indonesia jauh lebih bagus dari kedelai impor, selain warnanya tidak kusam dan juga segar karena langsung dipanen dan diolah. Sementara kedelai impor, selain warnanya kusam, lamanya waktu pengiriman dari Negara-negara pengimpor ke Indonesia menurunkan kualitas kedelai itu sendiri sebelum diolah (Ozal, 2012). Tahun 2012 ini pemerintah akan meningkatkan produksi kacang kedelai dengan menambah lahan pertanian dan membudidayakan bibit unggul yang kualitasnya lebih baik dari kedelai impor.

* 1. **Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut maka masalah yang dapat didentifikasikan adalah :

1. Bagaimana korelasi penggunaan kedelai lokal dengan koagulan *Gluco Delta Lactone* (GDL) dalam pembuatan tahu terhadap karakteristik tahu yang dihasilkan?
2. Apakah penggunaan kacang kedelai lokal dan koagulan *Gluco Delta Lactone* (GDL) dapat menentukan formulasi optimal terhadap biaya produksi ?
3. Apakah penggunaan kacang kedelai lokal dan koagulan *Gluco Delta Lactone* (GDL) dapat menentukan formulasi optimal terhadap biaya produksi yang dihasilkan?

**Kerangka Pemikiran**

Menurut Tristan dan Syah, (2012) konsentradi *Gluco Delta Lanton* (GDL) yang ditambahkan pada proses pembuatan tahu adalah 0,4%, 0,8% dan 1,2% dengan suhu koagulasi 63oC dan 83oC terhadap pH, kadar protein, kadai air dan total padatan *curd*. Konsentrasi GDL yang terbaik adalah 0,4%.

Pemakaian GDL (*Gluco Delta Lacton*) sebagai koagulan akan menurunkan pH susu kedelai dan menyebabkan agregasi dari protein terdenaturasi dengan meningkatkan sifat hidrofobik dan ketidaklarutan (Kohyama dan Nishinari, dalam Tristan dan Syah 2008).

Menurut Setyawan (1992) jenis bahan penggumpal GDL (*Gluco Delta Lacton*) menghasilkan kadar protein (berat kering) tahu sutera dari susu kedelai yang lebih tinggi (38.5 %) dibandingkan jenis bahan penggumpal CaS04 (20.2 %***)*** serta kombinasi antara GDL(*Gluco Delta Lacton*) dengan CaS04 ( 1 5 . 2 %).

GDL (*Gluco Delta Lacton*) saat dilarutkan GDL(*Gluco Delta Lacton*) dapat larut dengan cepat dan terhidrolisis menjadi asam glukonat. Gugus karbonil pada asam glukonat yang terbentuk cenderung tidak stabil dan membentuk COO- dan H+, adanya H+ inilah yang menyebabkan penurunan pH lingkungan.   
(Tristan dan Syah, 2008).

Varietas-varietas unggul baru yang kadar protein bijinya lebih dari 40% basis kering (bk), menghasilkan bobot dan tekstur yang lebih baik dibanding kedelai impor yang kadar proteinnya 35−37% bk. Kadar protein biji berkorelasi positif dengan bobot dan tekstur tahu, terutama dipengaruhi oleh fraksi globulin (Ginting, dkk, 2009).

Badan Litbang Pertanian (2008) telah menghasilkan 12 varietas unggul dan satu galur harapan kedelai dengan kadar protein 40-44% bobot kering (bk), rendemen dan tekstur tahunya lebih baik dibanding kedelai impor yang kadar proteinnya hanya 35-37% bk. Kadar protein biji kedelai, terutama fraksi globulin, berkorelasi positif dengan bobot dan tekstur tahu, sedangkan bobot atau ukuran biji kedelai relatif tidak mempengaruhi mutu tahu.

**Hipotesis Penelitian**

Berdasarkan perumusan kerangka pemikiran di atas, dapat diambil hipotesa penelitian yaitu :

1. Kedelai lokal dengan koagulan *Glucono Delta Lacton* (GDL) diduga berkorelasi terhadap karakteristik tahu
2. Penggunaan kedelai lokal dan *Glucono Delta Lacton* (GDL) diduga dapat menentukan formulasi optimal terhadap biaya produksi yang dihasilkan.

**Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Jalan Dr. Setia Budhi No. 193 Bandung. Mulai Bulan Februari - Maret 2013.

**BAHAN, ALAT, DAN METODE PENELITIAN**

**Bahan dan Alat Yang Digunakan**

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah kacang kedelai lokal varietas agromulyo. Bahan penunjang yang digunakan yaitu *Gluco Delta Lacton* (GDL), susu skim, garam, dan air. Bahan kimia yang digunakan adalah aquadest, tablet kjedahl, NaOH 30-33%, larutan metil merah 0,1%, alkohol 95%, HCl 0,02 N, benzene, larutan luff schoorl, Na2S2O3 0,1N, H2SO4 6N, KI, Amylum dan phenolphthalein.

Alat-alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan untuk proses pembuatan tahu adalah timbangan besar, timbangan analitik, baskom, blender, panci, kain blacu, sendok, kerta label, wajan, kompor, spatula, pengepres hidrolik, dan thermometer. Alat yang digunakan dalam analisis kimia yaitu cawan abu, oven, timbangan, bunsen, tanur, kertas saring, kapas, labu erlenmeyer, soxhlet, ektraktor, oven, desikator, labu takar dan labu kjedahl dan kasa.

**Metode Penelitian**

Penelitian Pendahuluan

. Konsentrasi *Gluco Delta lactone* (GDL) dan Uji Organoleptik

Tujuan dari penelitian pendahuluan adalah untuk mengetahui pembuatan tahu yang terbaik dengan perbendaan konsentrasi koagulan *Gluco Delta Lactone* (GDL) dalam pembuatannya yaitu 0,2%, 0,4% dan 0,6%. Uji organoleptik dilakukan untuk mengetahui tahu yang terbaik. Tahu yang terbaik menurut penilaian organoleptik pada penelitian pendahuluan ini dilakukan uji hedonik. Pengujian ini dilakukan terhadap 30 panelis untuk menentukan satu formulasi koagulan yang terbaik berdasarkan penilaian panelis terhadap atribut mutu tahu, yaitu rasa, aroma tahu, tekstur tahu, dan kenampakan tahu. Contoh kriteria penilaian untuk uji hedonik yang digunakan untuk atribut mutu kenampakan tahu adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Kriteria Penilaian Uji Hedonik

|  |  |
| --- | --- |
| **Skala** | **Skala Numerik** |
| Sangat Suka Sekali | 8 |
| Sangat Suka | 7 |
| Suka | 6 |
| Agak Suka | 5 |
| Agak tidak Suka | 4 |
| Tidak Suka | 3 |
| Sangat Tidak Suka | 2 |
| Sangat Tidak Suka Sekali | 1 |

Sumber : Soekarto, (1985).

Analisis *Gluco Delta Lactone* (GDL)

Koagulan *Gluco Delta Lactone* (GDL) dilakukan analisis kadar protein (AOAC, 2005), kadar lemak (AOAC, 2005) dan kadar karbohidrat (Sudarmadji, 2007). Sedangkan bahan baku lainnya kandungan protein, lemak dan abu diperoleh dari komposisi kimia dari *nutrition fact* yang ada dalam kemasan produk bahan penunjang atau dari literatur. Komposisi bahan baku ini kemudian dijadikan sebagai variabel perubah keputusan (variabel tetap) dalam pemodelan program linier sehingga diperoleh formulasi tahu yang optimal / *feasible* berdasarkan perhitungan program linier.

Formula tahu yang digunakan adalah formula yang *feasible* berdasarkan program linier. Konsentrasi *Gluco Delta Lactone* (GDL) yang terpilih dari penelitian pendahuluan kemudian digunakan untuk penelitian utama. Jika formulasi yang dihasilkan tidak *feasible* maka akan digunakan formulasi lain hingga diperoleh produk tahu dengan formulasi yang *feasible*. Nilai koefisien dari masing-masing variabel untuk penentuan formula-formula *feasible* diperoleh dari hasil analisis kimia bahan baku yaitu analisis lemak, protein dan karbohidrat dan juga dari *nutrition fact* yang ada dalam kemasan produk bahan penunjang atau dari literatur. Diagram alir proses pembuatan tahu dapat dilihat pada gambar 2.

Tahap-tahap optimalisasi formula tahu dengan program linier adalah sebagai berikut :

1. Menentukan Fungsi Tujuan Pembuatan Tahu

Fungsi tujuan yang dipergunakan bersifat minimasi, yaitu minimasi biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan tahu. Persamaan linier fungsi tujuannya adalah sebagai berikut:

Z1 = C1X1 + C2X2 + C3X3 + C4X4

Keterangan :

Zn : Fungsi tujuan (minimasi biaya) pembuatan tahu

Cn : Harga per satuan unit jenis bahan baku/gram yang digunakan

Xn : Jenis bahan baku ke-n yang digunakan dalam pembuatan tahu.

1. Menentukan model variabel antara komponen kimia bahan baku dan jenis

bahan baku yang akan dicari formulasi optimalnya, yaitu:

1. Variabel keputusan (variabel berubah) : Kacang Kedelai (X1), Air (X2), GDL (*Gluco Delta Lacton*) (X3), Susu Skim (X4).
2. Variabel perubah keputusan (variabel tetap) : Protein (a1), Lemak (a2) dan Karbohidrat (a3). Pemodelan dari program linier dalam pembuatan tahu dapat dilihat pada tabel 5 dan contoh formulasi tahu :

Tabel 5. Model Variabel Komposisi Kimia Bahan Tahu

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Bahan Baku (Xn)** | **Kandungan Gizi (an) (%)** | | | **Biaya (Cn) (RP/g)** |
| **Protein (a1)** | **Lemak (a2)** | **Karbohidrat (a3)** |
| Kacang Kedelai(X1) | a11 | a21 | a31 | c1 |
| Air (X2) | a12 | a22 | a32 | c2 |
| (*Gluco Delta Lacton*) (X3) | a13 | a23 | a33 | c3 |
| Susu Skim (X4) | a14 | a24 | a34 | c4 |

1. Menentukan Fungsi Pembatas

Fungsi pembatas diambil berdasarkan interaksi antara jenis bahan baku (X1...X4) dengan komponen kimia bahan baku (a1 ... a3) yang terbatas, yaitu aiXn yang bersifat minimum atau maksimum. Fungsi pembatas ditentukan untuk mencapai kandungan gizi produk akhir tahu yang diinginkan. Fungsi pembatas terbagi menjadi dua jenis yaitu :

1. Fungsi pembatas yang membatasi persentase kandungan gizi yang terkandung dalam produk akhir. Nilai kandungan gizi yang ingin dicapai, ditentukan berdasarkan kandungan gizi produk sejenis yang ada di pasaran, seperti yang terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pembatas Kandungan Gizi Produk Akhir Tahu

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Kandungan Gizi** | **Persyaratan** | **Satuan** |
| Protein (b1) | Minimal 9 | % |
| Lemak (b2) | Minimal 0,5 | % |
| Karbohidrat (b3) | Minimal 1,9\* | % |

Sumber : Badan Standar Nasional Indonesia, \* *USDA Nutrient Data Base*

1. Fungsi pembatas yang membatasi persentase penggunaan bahan baku yang digunakan. Dimana nilai pembatas penggunaan bahan baku ditentukan berdasarkan jumlah minimal atau maksimal penggunaan bahan baku hingga diperoleh formulasi tahu yang *feasible*.
2. Fungsi pembatas komponen kimia
3. Fungsi pembatas protein minimal b1 :

a11X1 + a12X2 + a13X3 + a14X4 ≥ b1 (X1+X2+X3+X4)

1. Fungsi pembatas lemak minimal b2 :

a21X1 + a22X2 + a23X3 + a24X4 ≥ b2 (X1+X2+X3+X4)

1. Fungsi pembatas karbohidrat minimal b3 :

a21X1 + a22X2 + a23X3 + a24X4 ≥ b2 (X1+X2+X3+X4)

1. Fungsi pembatas bahan baku
2. Fungsi pembatas bahan baku keseluruhan: X1+X2+X3+X4 = QT
3. Fungsi pembatas kacang kedelai(X1) : X1 = Q1 x QT
4. Fungsi pembatas air (X2) : X2 ≤ Q2 x QT
5. Fungsi pembatas GDL (*Gluco Delta Lacton*) (X3) : X3 = Q3 x QT
6. Fungsi pembatas susu skim (X4) : X4 ≤ Q4 x QT

Keterangan:

Xnm : Jenis bahan baku ke-n pada formulasi tahu

ainm : Nilai jenis kandungan gizi ke-i pada jenis bahan baku ke-m yang digunakan pada formulasi tahuke-n.

br : Nilai minimum persentase kandungan gizi produk akhir tahu

QT : Jumlah atau banyaknya produk akhir yang akan dibuat (gram).

Qn: Jumlah bahan baku ke-m (gram) yang ditambahkan dalam pembuatan tahu ke-n.

**Uji Organoleptik Tahu**

Pengujian organoleptik dengan uji hedonik terhadap ketiga formulasi tahu *feasible* berdasarkan pemrograman linier. Pengujian ini dilakukan terhadap 30 panelis untuk menentukan satu formulasi tahu terbaik berdasarkan penilaian panelis terhadap atribut mutu aroma, rasa, kenampakan dan tekstur tahu. Contoh kriteria penilaian untuk uji mutu hedonik yang digunakan untuk atribut kenampakan tahu adalah sebagai berikut :

Tabel 7. Kriteria Penilaian Uji DeskripsiPenelitian Utama

|  |  |
| --- | --- |
| **Skala** | **Skala Numerik** |
| Sangat kuat | 6 |
| Kuat | 5 |
| Agak Kuat | 4 |
| Agak Lemah | 3 |
| Lemah | 2 |
| Sangat Lemah | 1 |

Sumber : Soekarto, (1985).

Penentuan Produk Terbaik

Produk terbaik berdasarkan pemrograman linier, analisis kimia, dan uji organoleptik kemudian dibandingkan untuk mengetahui apakah hasil dari ketiga uji tersebut memiliki persamaan atau tidak. Apabila masing-masing hasil uji berbeda, maka produk terbaik ditentukan berdasarkan komposisi kimia yang mendekati dengan komposisi kimia tahu berdasarkan SNI 01-3142-1998 dan *USDA Nutrient Data Base*.

**Deskripsi Penelitian**

Sortasi

Sortasi dilakukan dengan cara manual pada suhu ruang yang bertujuan untuk memilih kedelai dengan bentuk yang utuh dan memisahkan dari kotoran yang mengkontaminsai kedelai sehingga kedelai yang diolah adalah kedelai yang berkualitas baik

penimbangan

Penimbangan dilakukan dengan timbangan kecil yang memiliki kapasitas maksimal timbangan 5 kg. Penimbangan bertujuan untuk menghasilkan tahu yang seragam pada setiap proses pembuatannya

perendaman

Perendaman bertujuan untuk melunakkan kedelai sehingga kulitnya mudah terkelupas. Perendaman tidak boleh dilakukan terlalu lama (lebih dari 5 jam) karena akan mempengaruhi mutu susu kedelai karena adanya protein kacang kedelai yang terlarut didalam air.

pencucian

Pencucian ini dilakukan bertujuan untuk memisahkan bahan-bahan pengotor dari biji-biji kedelai sehingga diperoleh kedelai yang bebas dari kotoran, selanjutnya dilakukan penirisan.

Penggilingan

Jumlah air yang ditambahkan pada proses penggilingan sebanyak 2 kali jumlah kacang kedelai. Bubur kacang kedelai yang dihasilkan ditampung dalam baskom plastik siap untuk dilakukan pemasakan.

Pemasakan

Pemasakan sari kedelai bertujuan untuk meningkatkan nilai gizi dan kualitas kedelai, mengurangi rasa mentah, menambah keawetan produk akhir dan merubah sifat protein kacang kedelai sehingga mudah dikoagulasi.

Penyaringan

Bubur kedelai dilakukan penyaringan. Penyaringan dilakukan bertujuan untuk memisahkan filtrat dengan ampas. Setelah penyaringan pertama dilakukan kemudian ditambahkan pada ampas air hangat dengan perbandinga air dan kedelai 2 : 1 untuk dilakukan ekstraksi kemudian diperas kembali

Penggumpalan

Koagulasi bertujuan untuk memecah protein yang terdapat dalam sari kedelai sehingga akan terbentuk gumpalan yang disebut *curd*.

Pencetakan dan Pengepresan

Gumpalan protein bakal tahu (*curd*) kemudian diambil dan dimasukan ke dalam cetakan. . Pengepresan bakal tahu dilakukan dengan cara menekan papan penutup cetakan dengan keras sehingga bakal tahu menjadi padat.

Pemotongan

Tahu yang telah dipisahkan dari kain cetakan kemudian dipotong dengan ukuran 5 cm x 5 cm.

Gambar 2. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan Pembuatan Tahu

Gambar 3. Diagram Alir Penelitian Utama Pembuatan Tahu

**IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Penelitian Pendahuluan**

Konsentrasi *gluco delta lactone* yang digunakan untuk pembuatan tahu pada penelitian pendahuluan terdiri dari 0,2%, 0,4% dan 0,6%. .

Tabel 9. Hasil Analisis Kimia Peroduk Pada Penelitian Pendahuluan

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Formulasi** | **Protein** | **Lemak** | **Karbohidrat** |
| Formulasi 1 | 9,77 % | 2,2 % | 6,88 % |
| Formulasi 2 | 10,54% | 1,39% | 7,95 % |
| Formulasi 3 | 10,74 | 1,19 | 8,59 % |

Hasil analisis dari ketiga produk tahu pada penelitian pendahuluan memenuhi standar SNI (Standar Nasional Indonesia) sehingga ketiga formulasi tersebut adalah *feasible* maka produk tersebut selanjutnya dilakukan uji organoleptik.

Tabel 9. Hasil Analisis Kimia Peroduk Pada Penelitian Pendahuluan

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Formulasi** | **Protein** | **Lemak** | **Karbohidrat** |
| Formulasi 1 | 9,77 % | 2,2 % | 6,88 % |
| Formulasi 2 | 10,54% | 1,39% | 7,95 % |
| Formulasi 3 | 10,74 | 1,19 | 8,59 % |

Hasil analisis dari ketiga produk tahu pada penelitian pendahuluan memenuhi standar SNI (Standar Nasional Indonesia) sehingga ketiga formulasi tersebut adalah *feasible* maka produk tersebut selanjutnya dilakukan uji organoleptik.

Tabel 10. Hasil Uji Organoleptik Tahu mentah

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Konsentrasi GDL** | **Nilai Rata- rata Respon Organoleptik** | | | |
| **Rasa** | **Aroma** | **Tekstur** | **Kenampakan** |
| 0,2 % | 3, 43 a | 3,54 a | 3,31 a | 3,57 a |
| 0,4 % | 3,77 b | 3,667a | 3,66 a | 3,54 a |
| 0,6 % | 3,87 b | 3,71 a | 3,74 b | 3,73 b |

Tabel 11. Hasil Uji Organoleptik Tahu Matang

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Konsentrasi GDL** | **Nilai Rata- rata Respon Organoleptik** | | | |
| **Rasa** | **Aroma** | **Tekstur** | **Kenampakan** |
| 0,2 % | 3, 26 a | 3,47 a | 3,54 a | 3,53 a |
| 0,4 % | 3,56 bc | 3,57a | 3,44 b | 3,35 a |
| 0,6 % | 3,77 c | 3,88 a | 3,77 c | 3,79 b |

**Analisis Kimia *Gluco Delta lactone* (GDL)**

Hasil dari analisis menunjukkan bahwa *gluco delta lactone* banyak mengandung karbohidrat dengan jumlah 16,74%, kadar protein 3,25% dan kadar lemak 0,4%. Hasil analisis komponen kimia yang diperoleh digunakan sebagai data *input* variabel tetap dalam pemrograman linier sehingga diharapkan data *output* yang dihasilkan adalah formulasi yang benar-benar optimal dari segi kandungan kimianya, yaitu kadar protein, lemak dan karbohidrat. *Output* data ini kemudian dijadikan formulasi optimal untuk pembuatan tahu.

**Penelitian Utama**

Formulasi yang dihasilkan dari program linier merupakan formula optimal dengan kandungan protein, lemak dan karbohidrat memenuhi standar pembatas yang telah ditentukan dan harga yang rendah. Formulasi yang digunakan dalam pembuatan tahu dengan menggunakan program linier dapat dilihat pada Tabel

Tabel 14. Formulasi Tahu Menggunakan Program Linier

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Formula** | **Bahan Baku** | **Jumlah** | | **Harga/gram (Rp)** | **Harga Total (Rp)** |
| **%** | **Gram** |
| I | Kedelai lokal | 7,108 | 142,16 | 10 | 1421,6 |
| Air | 92,402 | 1848,04 | 0,15 | 277,206 |
| *Gluco Delta Lactone* | 0,200 | 4 | 180 | 720 |
| Susu Skim | 0,290 | 5,8 | 68 | 394,4 |
| Harga per 2000 gram (Rp) | | | | 2813,20 |
| II | Kedelai lokal | 7,1005 | 142,01 | 10 | 1420,1 |
| Air | 92,3095 | 1846,19 | 0,15 | 276,9285 |
| *Gluco Delta Lactone* | 0,2000 | 4 | 180 | 720 |
| Susu Skim | 0,3900 | 7.8 | 68 | 530,4 |
| Harga per 2000 gram (Rp) | | | | 2947,42 |
| III | Kedelai lokal | 7,0935 | 141,87 | 10 | 1418,7 |
| Air | 92,2165 | 1844,33 | 0,15 | 276,6495 |
| *Gluco Delta Lactone* | 0,2000 | 4 | 180 | 720 |
| Susu Skim | 0,4900 | 9.8 | 68 | 666,4 |
| Harga per 2000 gram (Rp) | | | | 3081,74 |

Harga dari setiap formulasi kemudian ditambahkan biaya air dan garam yang digunakan untuk proses perebusan . Air yang digunakan untuk proses perebusan tahu adalah air yang sama dengan yang digunakan untuk pemasakan. Air yang digunakan sebanyak 1000 gram sehingga biaya yang ditambahkan sebesar Rp210 dan garam yang digunakan sebanyak 5 gram dan harga Rp. 2 maka total penambahan biaya sebesar Rp. 212,-.

Tabel 15. Hasil Uji Organoleptik Tahu mentah

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Formula** | **Nilai Rata- rata Respon Organoleptik** | | | |
| **Rasa** | **Aroma** | **Tekstur** | **Kenampakan** |
| Formulasi I | 2,35 | 2,41 | 2,50 | 2,76 |
| 521 | 4,71 | 4,37 | 4,43 | 4,31 |
| 213 | 4,84 | 4,48 | 4,64 | 4,67 |
| 186 | 4,19 | 4,16 | 4,25 | 4,01 |

Tabel 16. Hasil Uji Organoleptik Tahu matang

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Formula** | **Nilai Rata- rata Respon Organoleptik** | | | |
| **Rasa** | **Aroma** | **Tekstur** | **Kenampakan** |
| Formulasi I | 2,22 | 2,27 | 2,20 | 2,59 |
| 521 | 4,21 | 4,24 | 4,48 | 4,39 |
| 213 | 4,90 | 4,17 | 4,53 | 4,38 |
| 186 | 4,47 | 4,07 | 4,29 | 4,16 |

formulasi I memiliki tekstur yang agak liat dan keras, selain itu rasa tahu pada formulasi 1 ini memiliki rasa yang hambar karena tidak adanya penambahan garam pada saat pencampuran sedangkan 3 tahu pembanding lainnya memiliki tekstur yang lembut dan rasa yang gurih karena adanya penambahan garam atau garam dan margarin sehingga rasa yang dihasilkan lebih gurih. *Gluco delta lactone* (GDL) dalam proses koagulasi bertransformasi menjadi asam glukonat menyebabkan protein terkoagulasi sebagai gel yang homogen dan tidak ada *whey* yang dipisahkan (Gerrard, 2002).

Tabel 17. Hasil Uji Organoleptik Tahu mentah

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Formula** | **Nilai Rata- rata Respon Organoleptik** | | | |
| **Rasa** | **Aroma** | **Tekstur** | **Kenampakan** |
| Formulasi II | 3,36 | 3,54 | 3,97 | 4,33 |
| 521 | 3,67 | 3,70 | 4,65 | 4,80 |
| 213 | 4,29 | 4,45 | 4,02 | 4,81 |
| 186 | 3,41 | 3,84 | 4,44 | 4,56 |

Tabel 18. Hasil Uji Organoleptik Tahu matang

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Formula** | **Nilai Rata- rata Respon Organoleptik** | | | |
| **Rasa** | **Aroma** | **Tekstur** | **Kenampakan** |
| Formulasi II | 3,70 | 3,83 | 3,76 | 4,05 |
| 521 | 4,35 | 3,64 | 3,96 | 3,68 |
| 213 | 5,38 | 4,67 | 4,83 | 4,93 |
| 186 | 4,01 | 4,35 | 4,45 | 4,17 |

Hasil uji deskripsi pada formulasi II tahu sebelum digoreng memiliki nilai yang lemah untuk semua respon yang diuji dibandingkan dengan 3 tahu yang digunakan sebagai pembanding. Hal ini disebabkan karena penggunaan jenis maupun konsentrasi koagulan yang berbeda akan mempengaruhi sifat tekstur dan flavor *curd* yang berbeda pula (Mujoo, 2003). Menurut Obatolu (2007), proses koagulasi susu kedelai dipengaruhi oleh interaksi kompleks antara jenis kedelai, suhu pemasakan susu kedelai, volume, kandungan padatan, pH, jenis dan jumlah koagulan serta waktu koagulasi formulasi II pada tahu setelah digoreng menunjukkan kenampakan memiliki nilai yang lebih kuat dibandingkan dengan 521. Sedangkan pada aroma lebih kuat dibandingkan 186. *Gluco delta lactone* (GDL) sebagai bahan penggumpal akan mengendapkan protein dalam larutan. Dosis *Gluco delta lactone* (GDL) yang ditambahkan akan sangat berpengaruh terhadap protein yang diendapkan.

Tabel 19. Hasil Uji Organoleptik Tahu mentah

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Formula** | **Nilai Rata- rata Respon Organoleptik** | | | |
| **Rasa** | **Aroma** | **Tekstur** | **Kenampakan** |
| Formulasi III | 3,70 | 3,83 | 3,76 | 4,05 |
| 521 | 4,35 | 3,64 | 3,96 | 3,68 |
| 213 | 5,38 | 4,67 | 4,83 | 4,93 |
| 186 | 4,01 | 4,35 | 4,45 | 4,17 |

Kandungan karbohidrat dalam kedelai sekitar 30% yang terdiri dari 15%

karbohidrat tak dapat larut dan 15% karbohidrat yang dapat larut. Kedelai mengandung isoflavone dan zat anti-nutrisi seperti saponin, fosfolipid, protease inhibitor, fitat dan tripsin inhibitor (Saidu, 2005). Selain itu kedelai mengandung senyawa penyebab *off-flavor*, yaitu glukosida, saponin, esterogen dan senyawa penyebab alergi (Koswara, 1992). Senyawa-senyawa yang terdapat di dalam kacang kedelai akan larut di dalam air sebagai pelarut pada saat pembuatan sari kedelai. Senyawa-senyawa yang terlarut tersebut akan memberikan pengaruh terhadap tahu yang dihasilkan sebelum dan sesudah tahu digoreng.

Tabel 20. Hasil Uji Organoleptik Tahu matang

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Formula** | **Nilai Rata- rata Respon Organoleptik** | | | |
| **Rasa** | **Aroma** | **Tekstur** | **Kenampakan** |
| Formulasi III | 4,01 | 3,93 | 3,95 | 4,21 |
| 521 | 4,57 | 4,25 | 4,76 | 4,61 |
| 213 | 5,16 | 5,05 | 5,04 | 4,93 |
| 186 | 3,70 | 3,17 | 3,89 | 4,08 |

Tahu yang dibuat dengan menggunakan formula III setelah digoreng memiliki nilai yang lebih kuat dari semua respon dibandingkan dengan 186. Penambahan susu skim yang banyak menyebabkan tekstur dan aroma lebih baik dibandingkan dengan 186. Hal ini disebabkan susu skim yang banyak mengandung protein akan bereaksi dengan karbohidrat yang ada di dalam komponen *gluco delta lactone* yang dapat mempengaruhi tekstur tahu. GDL merupakan jenis koagulan yang biasa digunakan pada pembuatan tahu sutera (*silken tofu*).

**Analisis Kimia Tahu**

Tabel 21. Hasil Analisis Kimia Tahu

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Formula** | **Kandungan Kimia** | | |
| **Protein (%)** | **Lemak (%)** | **Karbohidrat (%)** |
| Formulasi I | 8,21 | 2,39 | 7,19 |
| Formulasi II | 10,09 | 1,59 | 7,12 |
| Formulasi III | 10,99 | 1,06 | 8,73 |

1. Kadar Protein

Berbedanya kadar protein di dalam tahu yang dihasilkan dipengaruhi oleh penambahan pemakaian bahan baku yang digunakan terutama susu skim yang memang memiliki kandungan protein tinggi hingga 30%, pada penelitian ini digunakan bahan baku utama kacang kedelai lokal yang memiliki kadar protein tinggi yaitu sebesar 35- 40%. Kadar protein yang tinggi di dalam susu skim akan menyumbangkan naiknya kadar protein di dalam tahu, karena selama koagulasi protein yang terdapat di dalam susu skim akan terkoagulasi atau menggumpal bersama protein yang ada di dalam sari kedelai. Selain itu kandungan protein yang terdapat pada kedelai lokal juga akan memberikan pengaruh pada kadar protein tahu yang dihasilkan karena merupakan sumber protein yang terbesar pada pembuatan tahu.

Kadar protein pada tahu ditentukan berdasarkan pada jenis kacang kedelai yang digunakan selain itu juga dapat dipengaruhi oleh kesempurnaan metode ekstraksi dan kadar bahan padat sari kedelai, metode koagulasi (jenis koagulan, ada/tidaknya proses penghancuran *curd*).

1. Kadar Lemak

Kadar lemak tahu yang dihasilkan berdasarkan hasil analisis kimia seperti yang ditunjukkan pada Tabel 18 memperlihatkan hasil yang berbeda. Hal ini disebabkan lemak yang terdapat di dalam sari kedelai sebagian kecil yang terperangkap di dalam protein yang terkoagulasi selama penggumpulan. Selain itu rendahnya kandungan lemak di dalam tahu yang dihasilkan karena proses ekstraksi untuk mendapatkan sari kedelai yang kurang sempurna.

Proses penggumpalan dengan menggunakan *gluco delta lactone* (GDL) mengakibatkan keseimbangan emulsi dari susu kedelai akan terganggu, mantel air terlepas dari emulsi dan protein mengalami denaturasi dengan membentuk gumpalan. Lemak yang terbebaskan dari ikatan dengan protein akan membentuk emulsi dengan air. Oleh karena berat jenis lemak lebih rendah daripada air maka lemak akan naik ke atas atau mengapung sehingga pada proses pengepresan akan turut bersama air di dalam *whey*. Hal ini menyebabkan kandungan lemak tahu menjadi kecil.

1. Kadar Karbohidrat

Tingginya kadar karbohidrat ini karena *gluco delta lactone* merupakan bahan yang dibuat dari fermentasi karbohidrat. Pada saat penggumpalan karbohidrat dalam *gluco delta lactone* akan terperangkap dalam *curd* sehingga kadar karbohidrat tahu menjadi meningkat, berbeda dengan protein meskipun kandungan protein pada kedelai varietas agromulyo berkisar 30 – 40% tetapi pada saat pengepresan protein banyak terlarut dalam *whey*.

Saat dilarutkan, GDL dapat larut dengan cepat dan terhidrolisis menjadi asam glukonat. Gugus karbonil pada asam glukonat yang terbentuk cenderung tidak stabil dan membentuk COO- dan H+, adanya H+ menyebabkan penurunan pH lingkungan. Skema hidrolisis GDL menjadi asam glukonat  
(Trisna dan Syah, 2011).

**Kesimpulan**

Dari Penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan kacang kedelai lokal dan bahan penggumpal *gluco delta lactone* berkorelasi dalam pembuatan tahu terhadap karakteristik tahu yang dihasilkan.
2. Penambahan *gluco delta lactone* terhadap tahu yang terbuat dari kacang kedelai lokal dapat menentukan formulasi optimal terhadap biaya produksi.
3. Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan konsentrasi *gluco delta lactone* terpilih untuk dilakukan pada penelitian utama adalah 0,2% berdasarkan hasil uji organoleptik metode hedonik terhadap atribut rasa, aroma, tekstur dan kenampakan.
4. Hasil analisis penelitian pendahuluan menunjukkan *gluco* *delta lactone* memiliki kadar protein 3,256%, kadar lemak 0,4%. kadar karbohidrat 16,745%.
5. Hasil penelitian utama menunjukkan formula optimal terpilih dengan menggunakan program linier adalah formula II dengan harga Rp. 2947,42 per 2000 gram dan harag total Rp. 948.75,- untuk 1 buah tahu.
6. Hasil analisis kimia tahu formula II memiliki kandungan protein sebesar 10,09% lebih besar dari syarat yang ditetapkan oleh SNI yaitu minimal 9%, kadar lemak tahu hasil penelitian memiliki kandungan sebesar 1,59 % lebih besar dari syarat yang ditetapkan oleh SNI yaitu minimal 0,05 % dan kadar karbohidrat tahu hasil penelitian memiliki kandungan sebesar 7,12 % lebih besar daru syarat yang ditetapkan oleh SNI yaitu minimal 1,9 %.
7. Hasil uji Deskripsi pada penelitian utama memberikan nilai yang berbeda dalam hal rasa, aroma, tekstur dan kenampakan pada ketiga formulasi terhadap tahu pembanding yaitu 521, 213 dan 186.

**Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dikemukakan saran yaitu :

1. Perlu dilakukan pengujian analisis tekstur *curd* secara objektif dengan parameter kekerasan dan daya kunyah sehingga dapat menghasilkan tahu dengan tekstur yang lembut.
2. Perlu adanya penelitian lanjut mengenai umur simpan tahu antara tahu yang disimpan dalam suhu kamar dan tahu dalam lemari pendingin.

**DAFTAR PUSTAKA**

Anggraini, I, 2003. **Kajian Proses Pembuatan Tahu Instan Fungsional dari Tepung Kedelai Bebas Lemak (Defatted Soy Flour) dengan Teknik Pencampuran Kering.** Tugas Akhir Fakultas Teknik Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Astri, P.D, 2009, **Teknologi Pengolahan Susu Toghurt**, <http://astriparamithadewi.blogspot.com/2009/12/teknologi-pengolahan-susu-karamel-susu.html>, acces, 04 November, 2012.

AOAC, Assosiation of official analytical chemist, 2005, **Official Method Of Analysis Of The Associations Of Official Analytical Of Chemist**, Arlington The Association Of Official Analytical Chemist, Inc.

Badan Pusat Statistik, 2012, **Tanaman Pangan**, [www.bps.go.I’/tanaman\_pangan.php](http://www.bps.go.I'/tanaman_pangan.php), acces, 07 November, 2012, Bandung.

Cahyadi, Wisnu, 2007. **Kedelai: Khasiat dan Teknologi.** Jakarta: Bumi Aksara

Chang KC, 2006, **Chemistry and Technology of Tofu Making**. In Hui YH (Eds) Handbook and Food Science , Technology and Engineering . 4: 1-24, CRC Press, Boca Ralton.

Effendi, Supli, 2009, **Teknologi Pengolahan dan pengaweta Pangan,** Penerbit Alfabeta, Bandung.

Ginting, dkk, 2009, **Varietas Unggul Kedelai Untuk Bahan Baku Industri Pangan,** Jurnal Litbang Pertanian.

Hardiyanti, Qomariah, 2011, **Kajian Kualitas Tahu Dari Kacang Tunggang Dan Kedelai**. Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Surabaya.

Haqqi, Ahmad S.R dan Dahrul Syah, 2011, **Eksplorasi Tekstur Dan Protein Tahu Komersil**, Fakultas teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Bogor.

Jinlong Li, *et.all,* 2012, **Journal :** **A Novel Approach to Improving The Quality of Bittern-Solidified Tofu by W/O Controlled-Release Coagulant. 2 : Using The Improved Coagulant in Tofu Processing ang Product Evaluation,** A1 Food and Bioprocess Tevhnology, Tsukuba, Japan.

Kartika, dkk. 1989, **Pedoman Uji Indrawi Bahan pangan**, Yogyakarta.

Karsono K. 2010. **Pengaruh Umur Koagulan *Whey* Tahu dan Suhu Awal Proses Koagulasi Terhadap Pola Elektroforesis Protein Terkoagulasi dan Mutu Tekstur *Curd* Kedelai (*Glycine max*)**. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Ketaren, K.S. 1998. **Teknologi Pengolahan Kedelai**. Pustaka Sinar Utama, Jakarta.

Koswara S. 1992, **Teknologi Pengolahan Kedelai,** PT Penebar Swadaya, Jakarta.

Milewski S, 2001, **Protein Structure and Physicochemical Properties**. In Sikorski ZE (Eds). Chemical and Fuctional Properties of Food Protein. P 35-55. Technomic Publishing Company, inc, Lancaster Pennysylvania.

Novitasari, Windi, 2008, **Pemanfaatan Karagenan Dan Asam Sitrat Untuk Meningkatkan Kualitas Tahu,** Jurusan Teknologi Pangan Fakultas Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Obatolu VA, 2007, **Effect of Different coagulant of yield and Quality of tofu from Soymilk** . J Eur Food Resh and Tech.

Ozal, Dimasya, 2012, **Ini perbedaan Kedelai Lokal Dengan Impor**, Kompas.Com, Edisi Senin, 13 Agustus 2012.

Permana, Irwan, 2001**, pengaruh Varietas Kedelai (*Glycine Max Merr*) dan jenis koagulasi pada rendemen dan kualitas tahu,** Fakultas teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi.

Rukmana, dan Yuniarsih 1996, **Kedelai Budidaya dan Pascapanen,** penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Sarwono, B, Yan Pieter Saragih. 2006**, Membuat Aneka Tahu**, Jakarta: Penebar Swadaya.

Setyawan, aviandre, 1992, **Pembuatan Tepung Tahu Sutera (Silken Tofu) Instant Dari Tepung Protein Kedelai**. Jurursan teknologi pangan dan Gizi, fakultas Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Suprapto. 1997. **Bertanam Kedelai**. Penebar Swadaya, Jakarta.

SNI 01-3142, 1998, **Tahu**, Badan Standarisasi Nasional, Dinas Perindustrian dan Perdagangan, Jakarta.

Soekarto, S.T., 1985, **Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian**. Penerbit Bhratara karya Aksara, Jakarta.

Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi, (1996), **Analisis Bahan Makanan dan Pertanian**, Edisi II, Liberty Yogyakarta, Yogyakarta.

Sundarsih dkk, 2009, **Pengaruh Waktu dan Suhu Perendaman Pada Tingkat kesempurnaan Kedelai Pada Tingkat Kesempurnaan Ekstraksi Protein Kedelai dalam Proses Pembuatan Tahu,** Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teksik Universitas Diponegoro Semarang.

Supriyadi dan Yuripan, 2008, **Evaluasi Produk Tahu di Sentra Industri Srandakan**, jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pangan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Susilowati, Tri, 1989, **Pembuatan Tahu Sutera**, Buletin Pusbangtepa, Institut Pertanian Bogor.

Syah, dkk, 2012, **Pengaruh Koagulan Dan Kondisi Koagulasi Terhadap Profil Protein Curd Kedelai Serta Korelasinya Terhadap Tekstur,** Jurusan Teknologi Pangan Dan Gizi, Fakultas Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Tristan dan Syah, 2008, **Pengaruh Konsentrasi Koagulan GDL (*Gluco Delta Lactone*) Dan Suhu Awal Koagulasi Terhadap Pola Elektroforesisi Protein Terkoagulasi Serta Korelasinya Terhadap Tekstur Curd Kedelai (Glycine Max),** Institut Pertanian Bogor.

Winarno, 1992, **Kimia Pangan Dan Gizi,** Penerbit Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

berkisar 34 - 40% tetapi pada saat pengepresan protein banyak terlarut dalam *whey*.

Saat dilarutkan, GDL dapat larut dengan cepat dan terhidrolisis menjadi asam glukonat. Gugus karbonil pada asam glukonat yang terbentuk cenderung tidak stabil dan membentuk COO- dan H+, adanya H+ menyebabkan penurunan pH lingkungan. Skema hidrolisis GDL menjadi asam glukonat  
(Trisna dan Syah, 2011).