**IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas mengenai : (1) Penelitian Pendahuluan, dan (2) Penelitian Utama.

**4.1. Penelitian Pendahuluan**

Penelitian pendahuluan dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu : pemilihan kacang lokal terpilih berdasarkan hasil organoleptik, dengan 15 panelis dimana hasil tersebut diolah dan sampel yang paling disukai panelis berdasarkan warna, aroma dan kekerasan dengan nilai rata-rata terbesar, serta penentuan optimalisasi formula penambahan kacang lokal terpilih pada pembuatan tahu kedelai.

4.1.1. Pemilihan Kacang Lokal Terpilih Pada Pembuatan Tahu Kedelai

Proses pembuatan tahu dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu pembuatan susu kedelai dan koagulasi atau penggumpalan protein susu kedelai sehingga dihasilkan *curd* yang kemudian di press dan dicetak menjadi tahu (Shurtleff dan Aoyagi, 2011). Berikut ini dijelaskan tahapan proses pembuatan tahu.

Proses awal dalam pembuatan tahu adalah proses pencucian dan perendaman. Pencucian ditujukan untuk menghilangkan kontaminan fisik seperti pasir atau kontaminan lainnya. Kontaminan fisik dapat mempersulit dalam proses selanjutnya seperti penggilingan, sehingga dihasilkan bubur kedelai yang tidak bersih.

Kedelai dicuci berulang kali dengan menggunakan air bersih untuk menghilangkan debu dan kotoran dari kacang kedelai. Proses selanjutnya dilakukan perendaman yang bertujuan untuk melunakkan struktur selulernya sehingga mempermudah dan mempercepat penggilingan. Biasanya kedelai direndam dalam air sebanyak 3 kali berat sampai bobot menjadi sekitar 2 kali bobot kedelai kering. Menurut (winarno, 1992) terdapat tipe air imbibisi, merupakan air yang masuk kedalam bahan pangan dan akan menyebabkan pengembangan volume, hal tersebut yang menyebabkan kacang mengembang volumenya. Lama perendaman kedelai antara 8-12 jam (Shurtleff dan Aoyagi, 2001).

Proses selanjutnya yaitu penggilingan, kedelai yang telah bersih dan ditiriskan lalu digiling dengan disertai penambahan air 1-1,5 kali berat kedelai basah (berat setelah direndam). Tujuan penggilingan adalah untuk memperkecil ukuran partikel sehingga dapat mengurangi waktu pemasakan dan memberikan fasilitas untuk melakukan ekstraksi susu kedelai (Shurtleff dan Aoyagi,2001).

Kedelai yang telah digiling kemudian dimasak. Menurut (Shurtleff dan Aoyagi,2001) pemasakan ini dimaksudkan untuk menginaktifasi *trypsin inhibitor* (penghambat *trypsin*), meningkatkan nilai gizi dan kualitas kedelai, mengurangi rasa *mint* dan bau langu pada susu kedelai, menambah keawetan produk akhir dan merubah sifat protein kacang kedelai sehingga mudah dikoagulasikan. Pemasakan dilakukan pada suhu 100oC selama 10 sampai 15menit ( Sarwono dan Saragih, 2003). Pada saat pemasakan bubur kedelai ditambahkan air untuk memperoleh rendemen yang baik. Penggunaan jumlah air dalam pemasakan perlu diperhatikan, dimana air yang terlalu sedikit akan menyebabkan sari kedelai yang terekstrak sedikit. Sedangkan bila air yang digunakan terlalu banyak akan membuat energi dan waktu untuk ekstraksi sari kedelai semakin besar. Perbandingan berat kedelai kering dan air yang baik adalah sebesar 1 : 10 (Shurtleff dan Aoyagi,2001). Selama proses pemasakkan dilakukan secara kontinyu untuk mencegah terjadinya kegosongan.

Bubur kedelai disaring dengan penyaring yang umum digunakan oleh para pembuat tahu, yaitu kain blancu berwarna putih. Hasil penyaringan ini adalah ekstrak susu kedelai, sedangkan ampas akan tertinggal dalam kain penyaring. Untuk mendapatkan sari kedelai yang lebih banyak, ampas dapat dicuci kemudian disaring kembali (Shurtleff dan Aoyagi,2001).

Setelah penyaringan adalah pengendapan susu kedelai dengan menambahkan penggumpal, penggumpal yang digunakan berupa penggumpal asam yaitu asam asetat. Proses penggumpalan protein susu kedelai ini merupakan tahapan yang paling menentukan sifat fisik dan organoleptik dari tahu yang dihasilan yakni jenis dan jumlah penggumpal serta suhu susu kedelai pada saat penggumpalan (Shurtleff dan Aoyagi, 2001). Penggumpalan dilakukan pada saat suhu susu kedelai berkisar antara 70-90oC (Sarwono dan Saragih, 2003). Ada beberapa jenis penggumpal yang biasa digunakan dalam pembuatan tahu. Perbedaan penggumpal akan menghasilkan tahu dengan jenis dan karakteristik yang berbeda. Sebagai contoh, dalam pembuatan tahu putih pengrajin tahu lebih banyak menggunakan air tahu (*whey*) yang telah didiamkan semalam sebagai penggumpal. Sedangkan untuk jenis tahu lainnya, seperti tahu sutra digunakan GDL (*Glucone Delta Lactone*) sebagai penggumpal (Sarwono dan Saragih, 2003). Selama proses penggumpalan perlu dilakukan pengadukan secara perlahan-lahan dengan arah yang tetap. Pengadukan dihentikan jika sudah terbentuk gumpalan.

Setelah gumpalan (*curd*) terbentuk, dilakukan pengendapan hingga gumpalan turun ke bawah. Pengendapan ini bertujuan untuk mempermudah pemisahan cairan dengan *curd*. Cairan *whey* kemudian dipisahkan dari endapan agar proses pencetakan dapat dilakukan dengan mudah dan tahu yang dihasilkan mempunyai konsistensi yang lebih baik (Suwarno dan Saragih, 2003).

Gumpalan yang terbentuk selanjutnya dicetak dengan memasukkannya ke dalam cetakan yang telah dialasi kain blacu berwarna putih, lalu bagian atas juga ditutup dengan kain serupa dan papan. Diatas papan selanjutnya diletakkan pemberat hingga air tahu menetes habis dan terbentuklah tahu yang sudah tercetak.

Tahu adalah produk makanan berbentuk padat lunak yang dibuat melalui proses pengolahan kedelai dengan cara pengendapan protein dengan atau tanpa penambahan bahan lain yang diijinkan. Di pasar ditawarkan berbagai jenis tahu, misalnya tahu Sumedang, tahu Bandung dan tahu sutera yang masing-masing mempunyai kenampakan, rasa dan tekstur berlainan (Tamaroh, S. 2005).

Tahu terdiri dari berbagai jenis, yaitu tahu putih, tahu kuning, tahu sutra, tahu cina, tahu keras, dan tahu kori perbedaan dari berbagai jenis tahu tersebut ialah pada proses pengolahannya dan jenis penggumpal yang digunakan   
(Sarwono dan Saragih,2003).

Produksi kedelai di Indonesia dari tahun ke tahun semakin mengalami penurunan. Hal ini terlihat dari data impor yang besar. Keadaan tersebut memunculkan suatu upaya pemanfaatan jenis kacang-kacangan lain yang bersifat dapat mensubstitusi produk yang berbahan dasar kedelai. Adanya substitusi pada bahan baku kedelai dapat mengurangi penggunaan kedelai yang cukup besar di Indonesia (Tamaroh,S. 2005).

Jenis kacang-kacangan yang dapat mensubstitusi bahan baku dasar pembuatan tahu diantaranya, kacang tunggak, kacang tanah dan kacang merah. Ketiga kacang tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan substitusi karena mempunyai kadar protein yang hampir mendekati kadar protein kacang kedelai, sehingga diharapkan tahu yang dihasilkan dapat mencapai kadar minimal 9%. Selain kadar protein, nilai ekonomis dari kacang-kacangan lokal tersebut masih rendah sehingga diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomis dan nilai guna kacang tersebut.

Proses pembuatan tahu kedelai substitusi kacang lokal mengalami perubahan zat gizi dan perubahan fisik. Perubahan yang terjadi antara lain perubahan kadar protein, kadar lemak, kadar abu dan kadar serat, serta peubahan warna, tekstur, aroma dan kekerasan. Perubahan-perubahan tersebut dipengaruhi oleh karakteristik bahan baku juga jenis penggumpal yang digunakan.

Manusia dipengaruhi oleh rangsangan indera terhadap bahan pangan yaitu nilai hedonik dari bahan pangan tersebut, dimana dengan adanya bahan pangan yang berlimpah serta beraneka pilihan, manusia pertama kali cenderung memilih pada kelezatan, baru yang kedua untuk keperluan gizi. Pengaruh peranan rangsangan indera dan nilai hedonik terhadap pemilihan akan bahan pangan sulit untuk dijabarkan secara tepat, tetapi cukup jelas (Buckle, 1985).

Uji organoleptik terhadap pembuatan tahu kedelai yang disubstitusi dengan 3 jenis kacang, yaitu kacang tunggak, kacang tanah dan kacang merah. Jenis kacang yang terpilih akan digunakan sebagai bahan dasar pensubstitusi tahu kedelai. Uji organoleptik terhadap produk tahu yang dihasilkan meliputi, warna, kekerasan dan aroma. Penilaian uji organoleptik ini berdasarkan tingkat kesukaan panelis terhadap mutu tahu kedelai yang disubstitusi kacang lokal dengan menggunakan 15 orang panelis.

Setelah dilakukan uji organoleptik terhadap produk tahu, maka hasil yang paling disukai panelis berdasarkan warna, kekerasan dan aroma dengan nilai rata-rata terbesar. Nilai rata-rata uji organoleptik penelitian pendahuluan dapat dilihat pada tabel 16.

**Tabel 16. Nilai Rata-rata Data Asli Uji Organoleptik Penelitian Pendahuluan**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Kode Sampel** | **Warna** | **Kekerasan** | **Aroma** |
| 901 | 4,5 | 3,9 | 3,5 |
| 902 | 4,6 | 3,9 | 3,9 |
| 902 | 4,3 | 3,4 | 3,1 |

Setelah dilakukan uji organoleptik berdasarkan tingkat kesukaan panelis, maka dapat ditentukan jenis kacang lokal yang terbaik pada penelitian pendahuluan dengan cara uji ranking. Tabel hasil uji ranking untuk penentuan sampel terbaik dapat dilihat pada tabel 17. Berdasarkan hasil uji ranking, bahwa jenis kacang dengan kode sampel 902 (jenis kacang tunggak) merupakan sampel yang paling disukai panelis dalam hal warna, kekerasan dan aroma.

Tabel 17. Hasil Uji Ranking untuk Penentuan Sampel Terbaik pada Penelitian Pendahuluan.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kode Sampel** | **Warna** | **Kekerasan** | **Aroma Khas** | **Total** |
| 901 | 2 | 1 | 2 | 5 |
| 902 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| 903 | 3 | 3 | 3 | 9 |

Kesimpulan :

Hasil uji kesukaan panelis terhadap 3 jenis kacang lokal sampel tahu kedelai substitusi kacang lokal, maka sampel pada penelitian pendahuluan yang menghasilkan tahu dengan warna, kekerasan dan aroma yang paling baik adalah sampel dengan kode 902 (Jenis Kacang Tunggak).



Gambar 5. Tahu Kedelai Substitusi Kacang tunggak

Produk tahu yang dihasilkan dari ketiga kacang tersebut masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangan, pada sampel 901 (kacang tanah) dari segi aroma dan kekerasan mempunyai nilai yang cukup tinggi dibandingkan sampel 903 (kacang merah) dan lebih rendah dari sampel 902 (Kacang tunggak). Aroma dan kekerasan dapat dipengaruhi salah satunya oleh kandungan dalam bahan pangan tersebut seperti lemak dan air. Kandungan lemak dalam kacang tanah cukup tinggi yaitu sekitar 42,8% dan kadar air 4%. Menurut (Winarno, 1992) kerusakan lemak yang utama adalah timbulnya bau dan rasa tengik yang disebut proses ketengikan. Hal ini disebabkan oleh otooksidasi radikal asam lemak tidak jenuh dalam lemak. Otooksidasi dimulai dengan pembentukan radikal-radikal bebas yang disebabkan oleh faktor-faktor yang dapat mempercepat reaksi seperti cahaya, panas dan enzim-enzim lipoksidase. Maka timbulah aroma khas lemak sehingga mengurangi penilaian terhadap sampel karena aroma tahu yang sudah berada di pasaran tidak berbau lemak yang tajam.

Sampel 903 (Kacang merah) mempunyai nilai kekerasan paling rendah diantara sampel 901 (kacang tanah) dan 902 (kacang tunggak). Sampel 903 (kacang merah) mempunyai kadar air paling tinggi yaitu 12%. Kandungan air dalam bahan yang disubstitusi dengan kacang kedelai serta penambahan air dapat menyebabkan tekstur lebih lunak.

4.1.2. Penentuan Optimasi Formula Penambahan Kacang Lokal Terpilih pada Pembuatan Tahu Kedelai.

Penentuan optimalisasi dari formula bahan baku tahu kedelai substitusi kacang lokal meliputi batas penambahan masing-masing bahan baku secara *trial error* dengan menggunakan program linier sehingga diperoleh harga yang minimum. Data yang digunakan adalah harga satu gram dari masing-masing bahan baku, serta data data kadar protein, kadar lemak, kadar abu dan kadar serat masing-masing bahan baku.

Setelah dilakukan *trial error* dengan menggunakan program WinQSB versi 2.0 diperoleh 3 (tiga) buah formulasi penambahan kacang lokal terhadap bahan baku utama kedelai yang akan dijadikan acuan dalam pembuatan tahu pada penelitian utama. Adapun hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut : Formula 1 (80% kacang kedelai : 20% kacang tunggak), Formula 2 (70% kacang kedelai : 30% kacang tunggak) dan Formula 3 (60% kacang kedelai : 40% kacang tunggak).

**4.2. Penelitian Utama**

Penelitian utama meliputi pembuatan tahu dari bahan baku kacang kedelai disubstitusi kacang lokal dengan menggunakan program linier. Tahu yang dihasilkan selanjutnya dilakukan pengujian yang terdiri dari analisis kimia, uji organoleptik dan analisis biaya dengan menggunakan program linier.

4.2.1. Anilisis Kimia

Analisis kimia pada tahu yang dihasilkan meliputi analisis kadar protein, kadar lemak, kadar abu dan kadar serat. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan bahan baku kacang kedelai dan kacang tunggak terhadap komposisi kimia dari produk tahu yang dihasilkan.

4.2.1.1. Kadar Protein

Protein merupakan salah satu kelompok bahan makronutrien. Tidak seperti bahan makronutrien lain (lemak dan karbohidrat), protein ini berperan lebih penting dalam pembentukan biomolekul daripada sebagai sumber energi (Sudarmadji, dkk., 1996).

Makronutrien adalah makanan utama yang membina tubuh dan memberikan kalori. Makronutrien terdiri dari tiga bagian yaitu karbohidrat, lemak dan protein (Winarno,2002).

Selain itu, protein merupakan suatu zat makanan yang amat penting bagi tubuh, karena zat ini disamping berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh juga berfungsi sebagai zat pengatur dan pembangun (winarno,2002).

Kadar protein yang dihasilkan oleh tahu kedelai substitusi kacang tunggak yaitu berkisar 17,94% – 20,81%. Kadar protein pada penelitian ini sudah sesuai dengan SNI (01-3142-1998) bahwa standar protein untuk tahu adalah minimal 9%. Hasil analisis kadar protein tahu yang dihasilkan ditunjukkan pada tabel 18. dan gambar 6 .

**Tabel 18. Hasil Analisis Kadar Protein Tahu Kedelai Substitusi Kacang Tunggak**

|  |  |
| --- | --- |
| Sampel | Kadar Protein (%) |
| f1 (80% Kacang Kedelai : 20% Kacang Tunggak) | 18,504 |
| f2 (70% Kacang Kedelai : 30% Kacang Tunggak) | 18,134 |
| f3 (60% Kacang Kedelai : 40% Kacang Tunggak) | 17,94 |

Tabel 18. Diatas merupakan kadar protein yang dihasilkan menunjukkan perbedaan yang disebabkan oleh perbandingan substitusi kacang tunggak dan kacang kedelai dimana semakin tinggi substitusi kacang tunggak maka kadar protein yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini disebabkan karena perbedaan kandungan protein yang terdapat dalam kacang tunggak lebih rendah yaitu 22,9% dibandingkan dengan kandungan protein dalam kacang kedelai yaitu 34,9%.

Gambar 6. Diagram Batang Hasil Analisis Kadar Protein

Kandungan protein pada bahan mempengaruhi kandungan protein produk. Selain kandungan protein bahan jenis koagulan juga konsentrasi koagulan yang ditambahakan dapat mempengaruhi kandungan akhir protein pada produk. Menurut Hang dan Jackson 1967 jenis koagulan yang digunakan akan mempengaruhi protein dari produk tahu itu sendiri, jenis koagulan asam asetat dengan konsentrasi 4% mempunyai nilai protein yang lebih tinggi yaitu 56,3% dibandingkan jenis koagulan asam laktat yaitu 52,4%. Sehingga kandungan protein pada produk tahu substitusi rata-rata mempunyai kadar lebih tinggi dibandingkan SNI pada produk tahu.

4.2.1.2. Kadar Lemak

Lemak dan minyak merupakan zat pembangun yang penting untuk menjaga kesehatan tubuh manusia. Selain itu lemak dan minyak merupakan sumber energi yang lebih efektif dibandingkan dengan karbohidrat dan protein, karena 1 gram lemak atau minyak dapat menghasilkan 9 kal (Winarno, 2002).

Kadar lemak yang dihasilkan oleh tahu kedelai disubstitusi dengan kacang tunggak yaitu berkisar 23% - 25%. Kadar lemak pada penelitian ini sudah sesuai dengan SNI (01-3142-1998), bahwa standar minimal kadar lemak pada tahu adalah 5%. Hasil analisis kadar lemak tahu yang dihasilkan ditunjukkan pada tabel 19 dan gambar 7.

**Tabel 19. Hasil Analisis Kadar Lemak Tahu Kedelai Substitusi Kacang Tunggak**

|  |  |
| --- | --- |
| Sampel | Kadar Lemak (%) |
| f1 (80% Kacang Kedelai : 20% Kacang Tunggak) | 25,358 |
| f2 (70% Kacang Kedelai : 30% Kacang Tunggak) | 23,964 |
| f3 (60% Kacang Kedelai : 40% Kacang Tunggak) | 24,525 |

Tabel 19. diatas, merupakan kadar lemak yang dihasilkan menunjukkan perbedaan yang disebabkan oleh perbandingan substitusi kacang tunggak dan kacang kedelai. Hal ini disebabkan karena perbedaan kandungan lemak yang terdapat dalam kacang tunggak lebih rendah yaitu 1,4% dibandingkan dengan kandungan lemak dalam kacang kedelai yaitu 18,9%.

Lemak dan minyak merupakan sumber energi, satu gram minyak atau lemak dapat menghasilkan 9 kkal. Sedangkan karbohidrat dan protein hanya menghasilkan 4 kkal/gram. Lemak atau minyak khususnya minyak nabati, mengandung asam-asam lemak esensial seperti asam linoleat, lenolenat, dan arakidonat yang dapat mencegah penyempitan pembuluh darah akibat penumpukan kolesterol minyak dan lemak juga berfungsi sebagai sumber dan pelarut bagi vitamin-vitamin A, D, E, dan K (Winarno, 2002).

Gambar 7. Diagram Batang Hasil Analisis Kadar Lemak

Lemak nabati mengandung lebih banyak asam lemak tak jenuh yang menyebabkan titik cair yang lebih rendah dan dalam suhu kamar dalam keadaan cair, disebut dengan minyak (Sudarmadji, 2007).

Kadar air yang tinggi dalam bahan menyebabkan lipida sulit diekstraksi dengan pelarut nonpolar (eter) karena bahan pelarut sukar masuk kedalam jaringan yang basah dan menyebabkan bahan pelarut menjadi jenuh dengan air sehingga kurang efisien untuk ekstraksi. Pemanasan bahan yang terlalu tinggi (misalnya untuk menghilangkan sebagaian air yang ada dalam bahan) juga tidak bisa untuk proses ekstraksi lipida (Sudarmadji, 2007).

Kadar lemak dalam produk tahu mempunyai kadar lemak yang cukup tinggi, dibandingkan dengan kadar lemak untuk produk tahu pada SNI yaitu minimal 0,5%. Selain karena adanya pengaruh kandungan lemak dalam bahan baku, hal tersebut dipengaruhi oleh kadar air dalam bahan yang sedikit juga proses pemanasan yang mencapai suhu tinggi.

4.2.1.3. Kadar Abu

Kadar abu ada hubungannya dengan mineral suatu bahan. Mineral yang terdapat dalam suatu bahan dapat merupakan dua macam garam, yaitu garam organik dan garam anorganik. Yang termasuk dalam garam organik misalnya garam-garam asam mallat, oksalat, asetat dan pektat. Sedangkan garam anorganik antara lain dalam bentuk garam fosfat, karbonat, khlorida, sulfat dan nitrat (Sudarmadji, dkk., 1996).

Menurut winarno (2002), sebagian besar bahan makanan, yaitu sekitar 96% terdiri dari bahan organik dan air. Sisanya terdiri dari unsur-unsur mineral yang dikenal sebagai zat organik atau kadar abu.

Kadar abu yang dihasilkan oleh tahu kedelai disubstitusi dengan kacang tunggak yaitu berkisar 2,60% - 2,95%. Kadar abu pada penelitian ini sudah sesuai dengan SNI (01-3142-1998), bahwa standar minimal kadar abu pada tahu adalah 1%. Hasil analisis kadar abu tahu yang dihasilkan ditunjukkan pada tabel 20 dan gambar 8.

**Tabel 20. Hasil Analisis Kadar Abu Tahu Kedelai Substitusi Kacang Tunggak**

|  |  |
| --- | --- |
| Sampel | Kadar Abu (%) |
| f1 (80% Kacang Kedelai : 20% Kacang Tunggak) | 2,95 |
| f2 (70% Kacang Kedelai : 30% Kacang Tunggak) | 2,75 |
| f3 (60% Kacang Kedelai : 40% Kacang Tunggak) | 2,60 |

Tabel 20. diatas, merupakan kadar abu yang dihasilkan menunjukkan perbedaan yang disebabkan oleh perbandingan substitusi kacang tunggak dan kacang kedelai. Hal ini disebabkan karena perbedaan kandungan abu yang terdapat dalam kacang tunggak yaitu sebesar 3,6% dengan kandungan abu dalam kacang kedelai yaitu 5,5%.

Penentuan kadar abu dan mineral dalam bahan makanan penting untuk berbagai alasan. Perlabelan komposisi nutrisi, kualitas bahan makanan tergantung pada konsentrasi dari mineral-mineral yang dikandungnya, termasuk kedalamnya efek terhadap rasa, warna, penampakan dan stabilitas dikarenakan sifat fungsional dari mineral. Stabilitas mikrobiologi, kandungan mineral yang tinggi terkadang digunakan untuk ketahanan mikroorganisma tertentu. Nutrisi, beberapa mineral adalah esensial atau penting untuk kesehatan (seperti kalsium, phosphor, potassium dan sodium), sebaliknya dapat berupa toksik (contoh timbal, merkuri atau raksa, cadmium dan alumunium). Pemrosesan, hal ini penting diketahui karena kandungan mineral dari bahan makanan selama pengolahan berpengaruh terhadap sifat fisiko kimia dari bahan makanan atau makanan tersebut (Cahyadi, 2011).

Gambar 8. Diagram Batang Hasil Analisis Kadar Abu

Abu adalah zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Kandungan abu dan komposisinya tergantung pada macam bahan dan cara pengabuannya. Kadar abu ada hubungannya dengan mineral suatu bahan. Mineral yang terdapat dalam suatu bahan dapat merupakan dua macam garam yaitu garam organik dan garam anorganik (Sudarmadji, 2007).

Sebagian besar bahan makanan, yaitu sekitar 96 % terdiri dari bahan organik dan air. Sisanya terdiri dari unsur-unsur mineral. Unsur mineral juga dikenal sebagai zat organik atau kadar abu (Winarno, 1992).

4.2.1.4. Kadar Serat

Serat makanan yang diterjemahkan dari *dietrary fiber* menurut Trowall (1972) merupakan bagian sel tanaman yang tidak dapat dicerna oleh enzim dalam tubuh kita. Pada tahun 1974 Trowall menyatakan bahwa serat makanan terdiri dari polisakarida yang terdapat dalam dinding sel, lignin, lipid, tumbuhan dan zat-zat yang tidak dapat diidentifikasi. Serat makanan terutama terdiri dari selulosa. Di samping itu terdapat senyawa-senyawa lain seperti hemiselulosa, pektin, gom tanaman, musilago, lignin, dan polisakarida yang tersimpan dalam tanaman dan alga (Poedjiadi, 2005).

Analisis terhadap selulosa yang terkandung dalam bahan pangan sering digunakan analisis serat kasar. Serat kasar secara teori adalah suatu bahan yang tak dapat dicerna oleh sistem tubuh manusia dan hewan. Penentuan serat kasar ini dilakukan dengan tidak melarutnya bahan yang ditambah asam dan basa di dalam suasana tertentu (Pomeranz, 1994).

Selama ini serat mekanan (*dietary fiber*) mendapat banyak perhatian orang. Serat, berbeda dengan zat gizi lain, tidak dapat dicerna dan tidak dapat diserap dalam usus (Winarno, 2002).

Kadar serat yang dihasilkan oleh tahu kedelai disubstitusi dengan kacang tunggak yaitu berkisar 0,06% - 0,07%. Kadar serat pada penelitian ini sudah sesuai dengan SNI (01-3142-1998), bahwa standar maksimal kadar serat pada tahu adalah 1%. Hasil analisis kadar serat tahu yang dihasilkan ditunjukkan pada tabel 21 dan gambar 9.

**Tabel 21. Hasil Analisis Kadar Serat Tahu Kedelai Substitusi Kacang Tunggak**

|  |  |
| --- | --- |
| Sampel | Kadar Serat (%) |
| f1 (80% Kacang Kedelai : 20% Kacang Tunggak) | 0,07 |
| f2 (70% Kacang Kedelai : 30% Kacang Tunggak) | 0,06 |
| f3 (60% Kacang Kedelai : 40% Kacang Tunggak) | 0,069 |

Tabel 21. diatas, merupakan kadar serat yang dihasilkan menunjukkan perbedaan yang disebabkan oleh perbandingan substitusi kacang tunggak dan kacang kedelai. Hal ini disebabkan karena perbedaan kandungan serat yang terdapat dalam kacang tunggak yaitu sebesar 1,6% dengan serat dalam kacang kedelai yaitu 3,2 %.

Gambar 9. Diagram Batang Hasil Analisis Kadar Serat

Serat kasar sangat penting dalam penilaian kualitas bahan makanan karena angka ini merupakan indeks dan menentukan nilai gizi bahan makanan tersebut. Selain itu kandungan serat kasar dapat digunakan untuk mengevaluasi suatu proses pengolahan, misalnya proses penggilingan atau proses pemisahan antara kulit dan kotiledon, dengan demikian persentasi serat kasar dapat dipakai untuk menentukan kemurnian bahan atau efisiensi suatu proses (Sudarmadji, 2007). Tinggi rendahnya kadar serat dalam bahan menunjukkan kualitas dari proses produksi produk tersebut.

4.2.2. Uji Organoleptik

Manusia dipengaruhi oleh rangsangan indera terhadap bahan pangan yaitu nilai hedonik dari bahan pangan tersebut, dimana dengan adanya bahan pangan yang berlimpah serta beraneka pilihan, manusia pertama kali cenderung memilih pada kelezatan, baru yang kedua untuk keperluan gizi. Pengaruh peranan rangsangan indera dan nilai hedonik terhadap pemilihan akan bahan pangan sulit untuk dijabarkan secara tepat tetapi cukup jelas (Buckle, et. al., 1985).

Uji organoleptik terhadap produk tahu yang dihasilkan meliputi warna, aroma dan kekerasan. Penilaian uji organoleptik ini berdasarkan penilaian sensorik yang berdasarkan sifat-sifat sensorik yang lebih kompleks, meliputi banyak sifat sensorik dinilai atau dianalisis secara keseluruhan, sehingga sifat-sifat sensorik tersebut menyusun mutu secara keseluruhan, dengan menggunakan 15 panelis.

4.2.2.1. Warna

Indera penglihatan merupakan panca indera yang digunakan dalam penilaian terhadap warna. Meskipun warna paling cepat dan mudah memberi kesan,tetapi paling sulit diberi deskripsi dan sulit cara pengukurannya. Itulah sebabnya penilaian secara subjektif dengan penglihatan masih sangat menentukan dalam penilaian komoditi (Soekarto,1985).

Warna penting bagi banyak makanan, baik bagi makanan yang tidak diproses maupun bagi yang dimanufaktur. Bersama-sama dengan bau rasa dan tekstur, warna memegang peranan penting dalam penilaian makanan. Selain itu warna dapat memberi petunjuk mengenai perubahan kimia dalam makanan seperti pencoklatan dan pengkaramelan (deMan, 1997).

**Tabel 22. Pengaruh Perbandingan Kedelai dan Kacang Tunggak Terhadap Nilai Rata-rata Warna Tahu**

|  |  |
| --- | --- |
| **Sampel** | **Rata-rata** |
| Formulasi 1 (901) | 2,62 |
| Formulasi 2 (902) | 2,71 |
| Formulasi 3 (903) | 2,71 |

Warna dipengaruhi oleh kandungan pada bahan, seperti kandungan karbohidrat pada bahan. Menurut winarno (1992) pada kacang-kacangan khususnya kedelai yang sudah tua cadangan karbohidrat khususnya pati menurun, tingkat kematangan bahan baku dapat mempengaruhi kandungan karbohidrat, sehingga akan mempengaruhi warna dari tahu tersebut. Tingkat kematangan bahan yang belum terukur turut mempengaruhi penilaian panelis terhadap produk tahu, sehingga proses atau reaksi yang terjadi selama pemasakkan pun ikut terpengaruhi .

Formulasi 3 (60%:40%) mempunyai nilai tinggi dalam atribut warna karena substitusi kacang tunggak yang semakin tinggi maka, kandungan karbohidrat dalam produk tersebut mempengaruhi warna yang dihasilkan.

4.2.2.2. Aroma

Bau atau aroma makanan atau minuman sering menentukan kelezatan dari bahan makanan tersebut, dalam hal ini lebih berkaitannya dengan indera pembau. Bau-bauan baru dapat dikenali bila berbentuk uap dan molekul-molekul komponen bau tersebut harus sempat menyentuh indera pembau (Winarno,1992).

**Tabel 23. Pengaruh Perbandingan Kedelai dan Kacang Tunggak Terhadap Nilai Rata-rata Aroma Tahu**

|  |  |
| --- | --- |
| **Sampel** | **Rata-rata** |
| Formulasi 1 (901) | 2,62 |
| Formulasi 2 (902) | 2,63 |
| Formulasi 3 (903) | 3,05 |

Perubahan-perubahan kimia atau penguraian minyak dapat mempengaruhi bau dan cita rasa suatu bahan makanan, baik yang menguntungan maupun tidak. Pada umumnya penguraian minyak dan lemak menghasilkan zat-zat yang tidak dapat dimakan. Kerusakan lemak dan minyak menurunkan nilai gizi serta menyebabkan penyimpangan rasa dan bau pada lemak yang bersangkutan. Setiap jenis lemak yang telah rusak disebabkan oleh perubahan kimia tertentu yang dipercepat oleh faktor-faktor lain (Winarno, 1992).

Penilaian panelis terhadap aroma pada formulasi 3 (60%:40%) mendapat nilai yang cukup tinggi. Semakin besar substitusi kacang tunggak terhadap kacang kedelai meningkatkan kadar lemak dalam bahan, kacang kedelai mempunyai kadar lemak sebesar 18,9% disubstitusi dengan kacang tunggak yang mempunyai kadar lemak sebesar 1,4% dengan konsentrasi lebih tinggi dibandingkan formulasi 1 (80%:20%) dan formulasi 2 (70%:30%).

4.2.2.3. Kekerasan

Setiap bahan makanan memiliki tekstur sendiri tergantung pada keadaan fisik,ukuran dan bentuk sel yang dikandungnya. Penilaian tekstur dapat berupa kekerasan, elastisitas atau kerenyahan (Winarno,2002).

**Tabel 24. Pengaruh Perbandingan Kedelai dan Kacang Tunggak Terhadap Nilai Rata-rata Kekerasan Tahu**

|  |  |
| --- | --- |
| **Sampel** | **Rata-rata** |
| Formulasi 1 (901) | 2,46 |
| Formulasi 2 (902) | 2,62 |
| Formulasi 3 (903) | 2,99 |

Tingkat kekerasan suatu produk ditentukan dengan kandungan yang terkandung dalam bahan tersebut, seperti kadar air dan karbohidrat. Bahan-bahan pembuat tahu diantaranya, kacang, air dan koagulan. Jenis kacang yang digunakan cukup berpengaruh terhadap tekstur, kacang tunggak yang mempunyai kadar air 11% dan karbohidrat 61,6% turut mempengaruhi tekstur dari produk tahu tersebut. Kandungan pati yang dimiliki kacang-kacangan jika dipanaskan dapat mengeras. Kandungan air pun akan menguap selama proses pemasakkan.

Perbedaan jenis koagulan yang digunakan akan menghasilkan perbedaan kandungan air di dalam *curd*. Hal ini disebabkan karena pembentukan struktur jaringan gel oleh koagulan dipengaruhi oleh perbedaan kekuatan anion dan kation terhadap kemampuan pengikatan air (WHC) dalam gel protein kedelai. Oleh karena itu, konsentrasi koagulan dan jenis anion ini mempengaruhi kekerasan *curd* yang dihasilkan (Prabhakaran 2006).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Sampel** | **1** | **2** | **3** |
| **w** | 2,623148 | 2,708333 | 2,708333 |
| **a** | 2,625 | 2,633333 | 3,05 |
| **k** | 2,458333 | 2,625 | 2,991667 |

Gambar 9. Grafik Uji Deskripsi Penelitian Utama

Produk tahu dengan formulasi (60%:40%) mempunyai nilai rata-rata tertinggi dalam mutu warna, aroma dan kekerasan. Hal tersebut diakibatkan kandungan yang terdapat dalam bahan baku khususnya kacang tunggak turut mempengaruhi mutu dari produk tahu, seperti kandungan karbohidrat, lemak, protein dan air. Jumlah substitusi pun ikut mempengaruhi mutu dari produk tahu.

4.2.3. Program Linier

Tujuan dari penggunaan program linier ini adalah untuk menentukan formula tahu kedelai substitusi kacang tunggak agar dihasilkan produk tahu yang sesuai dengan standar SNI serta dapat diterima oleh konsumen dan harga yang relatif lebih murah dibandingkan harga tahu yang terdapat dipasaran.

Adapun tahap-tahap yang dilakukan untuk memecahkan persoalan program linier adalah : (1) pengumpulan data, (2) pemodelan program linier, dan (3) pemecahan program linier.

4.2.3.1. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dapat menunjang data yang diperlukan dalam menentukan formulasi penambahan kacang tunggak terhadap kacang kedelai dalam pembuatan tahu, maka diperlukan beberapa data yaitu: harga bahan baku, serta syarat mutu dari bahan tersebut karena diharapkan perpaduan bahan baku yang dihasilkan dapat dijadikan sebagai bahan dasar pada pembuatan tahu.

**Tabel 25. Daftar Harga Bahan Baku Utama**

|  |  |
| --- | --- |
| **Bahan** | **Harga(rupiah/gram)** |
| Kacang kedelai | 10\* |
| Kacang tunggak | 9\* |

Keterangan : \* Sumber PD. Panen, Pasar Andir (2013).

**Tabel 26. Harga Bahan Baku Pembuatan Tahu**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Bahan** | **Harga(Rupiah/kg/L)** | **Harga(Rupiah/gram/ml)** |
| Kacang Kedelai | 10.000 | 10 |
| Kacang Tunggak | 9.000 | 9 |
| Air | 3.500 | 3,5 |
| Asam Asetat | 2.200 | 2,2 |

4.2.3.2. Pemodelan Program Linier

X1+X2+X3+X4 =100%

Dimana:

X1 = Kacang Kedelai

X2 = Kacang Tunggak

X3 = Air

X4 = Asam Asetat

Fungsi Tujuan : Menurunkan harga tahu dengan nilai gizi yang tinggi dan mutu sesuai standar dengan Standar Nasional Indonesia. Persamaan nya adalah sebagai berikut:

Bentuk : Minimasi

Z1 = C1X1+C2X2+C3X3+C4X4

Dimana:

Z = Harga Tahu

C1 = Harga 1 gram Kacang Kedelai

C2 = Harga 1 gram Kacang Tunggak

C3 = Harga 1 ml Air

C4 = Harga 1 ml Asam Asetat

Fungsi pembatas : analisis kadar protein, analisis kadar lemak, analisis kadar abu, analisis kadar serat dari syarat mutu tahu sesuai dengan SNI.

4.2.3.3. Penentuan Formula Tahu

Penentuan formula bahan baku dalam pembuatan tahu dilakukan dengan aplikasi program linier dengan beberapa faktor pembatas, yaitu pembatas yang membatasi kandungan nutrisi produk akhir dan pembatas yang membatasi jumlah penggunaan kacang kedelai, kacang tunggak air dan asam asetat sehingga fungsi tujuan yang berupa minimasi harga dapat tercapai dengan kandungan nutrisi sesuai acuan. Formula awal pembuatan tahu yang akan dilakukan optimalisasi dapat dilihat pada tabel 27.

**Tabel 27. Formula Awal Pembuatan Tahu**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Komponen Bahan** | **Formula I (g/ml)** | **Formula II (g/ml)** | **Formula III (g/ml)** |
| Kacang Kedelai | 400 | 350 | 300 |
| Kacang Tunggak | 100 | 150 | 200 |
| Air | 5000 | 5000 | 5000 |
| Asam Asetat | 80 | 80 | 80 |

4.2.3.4. Pemecahan Program Linier

Hasil formulasi tahu dengan menggunakan data kandungan gizi dan harga bahan baku pembuatan tahu, maka diperoleh susunan formula tahu dengan menggunakan model program linier, diperoleh data hasil program komputer WinQSB versi 2.0 yang disajikan pada Tabel 28.

**Tabel 28. Hasil Optimalisasi Formulasi Tahu**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Formulasi Optimal** | **Bahan Baku** | **Jumlah**  **Gram** | **Harga /gram (Rp)** | **Harga Total (Rp)** |
| **I** | Kacang Kedelai | 400 | 10 | 4.150 |
| Kacang Tunggak | 115 | 9 | 1.035 |
| Air | 5 | 3,5 | 175 |
| Asam Asetat | 80 | 2,2 | 1.760 |
| Harga per 600 gram (Rp) | | | | 6.970 |
| **II** | Kacang Kedelai | 350 | 10 | 3.650 |
| Kacang Tunggak | 165 | 9 | 1.485 |
| Air | 5 | 3,5 | 175 |
| Asam Asetat | 80 | 2,2 | 1.760 |
| Harga per 600 gram (Rp) | | | | 6.920 |
| **III** | Kacang Kedelai | 300 | 10 | 3.150 |
| Kacang Tunggak | 215 | 9 | 1.935 |
| Air | 5 | 3,5 | 175 |
| Asam Asetat | 80 | 2,2 | 1.760 |
| Harga per 600 gram (Rp) | | | | 6.870 |

Berdasarkan tabel diatas terlihat bahwa semakin tinggi penambahan kacang tunggak maka semakin rendah harga tahu yang dihasilkan. Formula tahu yang layak yaitu formula III dengan perbandingan antara kacang kedelai dan kacang tunggak yaitu 60%:40% dengan harga Rp. 6.870,00 per 600gram tahu. Sedangkan dari segi mutu produk tahu yang dihasilkan sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan yaitu kadar protein 17,94 %, kadar lemak 24,525%, kadar abu 2,60% dan kadar serat 0,069%.



Gambar 10. Tahu Kedelai Substitusi Kacang Tunggak Formula I



Gambar 11. Tahu Substitusi Kacang Tunggak Formula II



Gambar 12. Tahu Kedelai Substitusi Kacang Tunggak Formula III