**OPTIMASI PENGGUNAAN TEPUNG MOCCAF, AMPAS TAHU, AMPAS KECAP, DAN BEKATUL DALAM PEMBUATAN TEPUNG KOMPOSIT**

|  |
| --- |
| **TUGAS AKHIR** |

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang Sarjana (S-1) Jurusan Teknologi Pangan*

**Oleh :**

**Della Azhari Nur Mariam**

**113020025**

****

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS PASUNDAN**

**BANDUNG**

**2016**

**KATA PENGANTAR**

****

Segala puji dan syukur penulis panjatkan Allah SWT, karena dengan limpahan Rahmat-Nya penulis mendapat kekuatan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang berjudul:

*“OPTIMASI PENGGUNAAN TEPUNG MOCCAF, AMPAS TAHU, AMPAS KECAP, DAN BEKATUL DALAM PEMBUATAN TEPUNG KOMPOSIT”*

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, tidak mungkin terwujud tanpa bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini tidak lupa penulis menghaturkan terima kasih kepada:

1. Ir. Sumartini, MP selaku Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktunya memberikan ilmu dan bimbingan dan koreksi kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Dr.Ir. Asep Deddy Sutrisno, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Pendamping Tugas Akhir yang telah memberikan ilmu, bimbingan, saran-saran yang sangat bermanfaat dan pengarahan berharga kepada penulis.
3. Yellianti, M.si, S.si selaku Dosen Penguji yang telah bersedia memberikan saran-saran sehingga penlitian ini lebih baik lagi.
4. Ir. Ela Turmala S, MP, selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.
5. Orang tua Bunda Ana Rananingsih., S.I.P, dan Ayah Rudi Setia Jumara serta adik tercinta Raka Hadisumitra yang telah memberikan segala dukungan dan do’anya yang tiada henti untuk penulis.
6. Seluruh keluarga besar Syarief Hidayat tercinta yang selalu menjadi penyemangat penulis.
7. Sahabat seperjuangan Rathwina Nadya dan Faradilla Noor Rizqia yang selalu memberikan dukungan selama penulisan penelitian ini.
8. Sahabat Laskar Kartini H, Angga, Saiful, Indra, Dendy, Nadya, Yogi tidak bisa disebutkan satu persatu yang menjadi pemicu semangat dan member keceriaan penulis untuk mengerjakan penelitian ini.
9. Sahabat Genduters Tati K, Annisa K, Nine, Desi, Kiki, Tanty, dll yang selalu mendukung penulis dalam menyelesaikan laporan usulan peneilitian ini.
10. Teman satu kelas dari awal perkuliahan hingga sekarang Kelas A yang selalu menjadi penghibur penulis.
11. Sahabat Enjoy kesayangan Regiman Widiyana, Nuraisyah, dan Mutya yang selalu memberi keceriaan selama penulis mengerjakan laporan penelitian ini.
12. Seluruh mahasiswa Teknologi Pangan angkatan 2011 ”Chocolatech’11” yang selalu memberikan dorongan dan kerja sama kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa laporan yang dibuat ini tidaklah sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun untuk memperbaiki semua kekurangan yang ada pada Laporan Tugas Akhir ini. Penulis berharap semoga uraian sederhana yang dituangkan dalam tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis khususnya serta bagi pembaca pada umumnya.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan khususnya mahasiswa Teknologi Pangan.

DAFTAR ISI

Halaman

##### KATA PENGANTAR i

##### DAFTAR ISI iv

##### DAFTAR TABEL vii

##### DAFTAR GAMBAR ix

##### DAFTAR LAMPIRAN x

##### INTISARI xi

##### ABSTRACT xii

**I PENDAHULUAN 1**

* 1. Latar Belakang Penelitian 1
  2. Identifikasi Masalah 5
  3. Tujuan Penelitian 6
  4. Manfaat Penelitian………………………………………………………. 6
  5. Kerangka Pemikiran…………………………………………………….. 6
  6. Hipotesis Penelitian 12
  7. Waktu Dan Tempat Penelitian 13

**II TINJAUAN PUSTAKA 14**

2.1. Tepung Komposit 14

2.2. Tepung Mocaf 15

2.3. Ampas Tahu 18

2.3.1. Cara Pembuatan Ampas Tahu 19

2.3.2. Kandungan Gizi Ampas Tahu 21

2.3.3. Tepung Ampas Tahu 22

2.4. Ampas Kecap 26

2.4.1. Pemanfaatan Ampas Kecap 29

2.5. Bekatul 29

2.5.1. Kandungan dan Manfaat Dari Bekatul 30

2.5.2. Cara Penyimpanan Bekatul 32

2.5.3. Cara Mengonsumsi Bekatul 32

2.6. Program Linier 33

2.6.2. Bentuk Umum Program Linier 34

**III BAHAN, ALAT, DAN METODE PENELITIAN 36**

* 1. Bahan-bahan dan Alat-alat Penelitian 36
     1. Bahan-bahan yang digunakan 36
     2. Alat-alat yang digunakan 36
  2. Metode Penelitian 37
     1. Penelitian Pendahuluan 37
     2. Penelitian Utama 37

3.3. Deskripsi Percobaan 41

3.3.1. Deskripsi Percobaan Penelitian Pendahuluan 41

3.3.2. Deskripsi Percobaan Penelitian Utama 43

**IV HASIL DAN PEMBAHASAN 49**

4.1. Penelitian Pendahuluan 49

4.1.1. Analisis Kimia Bahan Baku 49

4.1.2. Penentuan Rendemen Tepung Moccaf, Tepung Ampas Tahu, Tepung Ampas Kecap, dan Tepung Bekatul 56

4.2. Penelitian Utama 56

4.2.1. Penentuan Formulasi Tepung Komposit 56

4.2.2. Uji Organoleptik 58

4.2.3. Analisis Kimia Formula Tepung Komposit 63

4.2.4. Analisis Program Linier 73

4.2.5. Respon Fisik 76

4.2.6. Penentuan Produk Terpilih 78

**V KESIMPULAN DAN SARAN 82**

5.1. Kesimpulan 82

5.2. Saran 83

**V DAFTAR PUSTAKA 84**

**LAMPIRAN 90**

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

##### Syarat Mutu Tepung Mocaf 16

##### Perbedaan Komposisi Kimia Mocaf dengan Tepung Ubi Kayu 17

1. Perbedaan Sifat Fisik dan Organoleptik Mocaf Dengan Tepung Ubi Kayu. 18
2. Komposisi Nutrisi/Kimia Ampas Tahu 22
3. Kandungan Unsur Gizi dan Kalori dalam Kedeai, Tahu, dan Ampas Tahu. 22
4. Kandungan Gizi Tepung Ampas Tahu/100 gram 23
5. Kandungan Zat-Zat Makanan Ampas Kecap 23
6. Kandungan Protein Pada Ampas Kecap 28
7. Model Variabel Komposisi Kimia Bahan Baku Tepung Komposit dari Tepung Mocaf, Tepung Ampas Tahu, Tepung Ampas Kecap, dan Tepung Bekatul... 38
8. Hasil Analisis Tepung Moccaf, Tepung Ampas Tahu, Tepung Ampas Kecap, dan Tepung Bekatul 49
9. Formula Awal Pembuatan Tepung Komposit 57
10. Hasil Optimalisasi Formula Tepung Komposit 58
11. Nilai Rata-rata Uji Deskripsi Tepung Komposit 59
12. Hasil Analisis Produk Tepung Komposit Pada Formula I, II, III 64

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

1. Tepung Mocaf 15
2. Ampas Tahu 18
3. Diagram Alir Proses Pembuatan Tahu 20
4. Ampas Kecap 26
5. Bekatul 29
6. Diagram Alir Proses Pengolahan beras dan bekatul 30
7. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan Pembuatan Tepung Mocaf 44
8. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan Pembuatan Tepung Ampas Tahu 45
9. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan Pembuatan Tepung Ampas Kecap 46
10. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan Pembuatan Tepung Bekatul . 47
11. Diagram Alir Penelitian Utama Pembuatan Tepung Komposit. 48
12. Nilai Rata-rata Uji Deskripsi Produk Tepung Komposit . 59
13. Formula I. 91
14. Formula II. 91
15. Formula III. 91

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN Halaman

1. Gambar Produk 91
2. Prosedur dan Hasil Analisis Kimia 92
3. Penentuan Harga Bahan 106
4. Total Kebutuhan Bahan Baku 107
5. Perumusan Program Linier 108
6. Hasil Analisis Kimia Produk 116
7. Prosedur dan Hasil Analisis Penelitian Utama 121
8. Hasil Uji Deskripsi Sampel Tepung Komposit 127
9. Prosedur dan Hasil Uji Sifat Fisik Tepung Komposit 130

**INTISARI**

Penelitian ini bertujuan untuk mencari formula tepung komposit dengan cara mengoptimalkan penggunaan bahan baku tepung moccaf, tepung ampas tahu, tepung ampas kecap, dan tepung bekatul tanpa mengurangi mutu yang dihasilkan dengan menggunakan program linier.

Penelitian ini menggunakan aplikasi program linier, dengan kadar protein, kadar air, kadar abu, dan kadar serat kasar sebagai faktor pembatas. Faktor pembatas tersebut diperoleh dari acuan produk tepung terigu untuk umum yang sudah ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia pada tahun 2009. Program linier dapat menghasilkan suatu formula yang optimal dengan bermutu baik dan harga terjangkau.

Hasil Penelitian pendahuluan analisis kimia tepung moccaf mengandung kadar protein 1.26%, kadar air 6%, kadar abu 3%, dan serat kasar 14%. Tepung ampas tahu mengandung kadar protein 19.78%, kadar air 5.5%, kadar abu 4%, kadar serat kasar 21%. Tepung ampas kecap mengandung kadar protein 27.74%, kadar air 3%, kadar abu 2%, dan kadar serat kasar 21%. Tepung bekatul mengandung kadar protein 6.30%, kadar air 7.5%, kadar abu 13%, dan kadar serat kasar 17%. Hasil uji deskripsi, formula yang terpilih berdasarkan nilai rata-ratanya adalah Formula II. Hasil penelitian utama, analisis tepung komposit Formula I mengandung kadar protein 21.4325%, kadar air 9.5%, kadar abu 1%, kadar serat kasar 14%, kadar vitamin B1 2.14%, kadar vitamin B2 0.16%, dan kadar karotenoid total 6.72%. Formula II mengandung kadar protein 25.2144%, kadar air 9.5%, kadar abu 1%, kadar serat kasar 15%, kadar vitamin B1 2.30%, kadar vitamin B2 0.19%, dan kadar karotenoid total 8.6%. Formula III mengandung kadar protein 25.2144%, kadar air 9%, kadar abu 2%, kadar serat kasar 16%, kadar vitamin B1 2.08%, kadar vitamin B2 0.16%, dan kadar karotenoid total 6.19%. Hasil respon fisik, Formula I memiliki daya serap air sebesar 4.18 g/g, derajat putih 85%, dan baking expansion 1.78 ml/gr. Formula II memiliki daya serap air sebesar 4.76 g/g, derajat putih 90%, dan baking expansion 2.67 ml/gr. Formula III memiliki daya serap air sebesar 5.14 g/g, derajat putih 90%, dan baking expansion 2.08 ml/gr

***ABSTRACT***

*This studied aimed to look for starch composite formula by means of optimizing the use of raw materials moccaf flour, flour tofu, soy pulp flour, and wheat bran without reducing the quality produced by using linear programming.*

*This research application linear programming applications, with protein content, moisture content, ash content, and crude fiber content as a limiting factor. The limiting factor is obtained from the reference product for common wheat flour that has been established by the Indonesian National Standard in 2009. The linear program can generate an optimal formula with good quality and reasonable prices.*

*The Preliminary research showed that chemical analysis moccaf flour containing 1:26% protein content, moisture 6%, ash content of 3% and 14% crude fiber. Flour tofu contains protein content of 19.78%, the water content of 5.5%, 4% ash content, crude fiber content of 21%. Pulp soy flour containing 27.74% protein content, moisture content of 3%, 2% ash, and crude fiber content of 21%. Wheat bran contains protein content 6.30%, 7.5% moisture content, ash content of 13%, and crude fiber content of 17%. Description of the test results, the formula that was chosen based on its average value is Formula II. The results of primary research, analysis of composite flour Formula I contain protein levels 21.4325%, the water content of 9.5%, ash content of 1%, crude fiber content of 14%, vitamin B1 2:14%, vitamin B2 0.16%, and the levels of carotenoids in total 6.72%. Formula II contains 25.2144% protein content, water content of 9.5%, 1% ash content, crude fiber content 15% 2.30% vitamin B1, vitamin B2 0.19%, and total carotenoid content of 8.6%. Formula III contains the protein content of 25.2144%, 9% moisture content, ash content of 2%, 16% crude fiber content, vitamin B1 2:08%, vitamin B2 0:16%, and total carotenoid content 6.19%. The results of physical response, Formula I has a water absorption of 4.18 g / g, whiteness 85%, and baking expansion is 1.78 ml / g. Formula II has a water absorption of 4.76 g / g, whiteness 90%, and baking expansion is 2.67 ml / g. Formula III has a water absorption of 5.14 g / g, whiteness 90%, and baking expansion 2.08 ml / g*

**I PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Latar Belakang, (2) Identifikasi Masalah, (3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (4) Manfaat Penelitian, (5) Kerangka Pemikiran, (6) Hipotesis Penelitian, dan (7) Tempat dan Waktu Penelitian.

* 1. **Latar Belakang Penelitian**

Pangan merupakan kebutuhan pokok manusia yang sangat penting. Di Indonesia, ketersediaan bahan pangan yang baik untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Indonesia masih belum tercukupi, sehingga pemerintah harus mengimpor bahan pangan pokok seperti beras, jagung hingga terigu untuk memenuhi kebutuhan terhadap bahan pangan masyarakat Indonesia. Berdasarkan data Asosiasi Produsen Tepung Terigu Indonesia (APTINDO), konsumsi terigu nasional terus meningkat mencapai 1,22 juta ton pada kuartal I-2012, naik 5,61% dibandingkan periode sama tahun 2011 yang tercatat 1,15 juta ton, impor terigu tahun 2010 775.534 ton, sedangkan pada tahun 2011 sedikit menurun menjadi 680.125 ton dan tahun 2012 menjadi 479.682 ton. Menurut perkiraan United State Department of Agriculture (USDA) pada bulan Mei 2012, Indonesia menempati urutan ke dua di Dunia sebagai pengimpor gandum terbesar dengan jumlah menembus 7,1 juta ton.

Kebutuhan terigu dari tahun ke tahun semakin meningkat. Pada tahun 2012 import gandum mencapai 7 juta ton (Anonim,2012). Import gandum tersebut apabila jumlahnya semakin banyak maka akan terus mengurangi devisa negara. Di Indonesia terigu digunakan sebagai bahan baku industri roti, makaroni, mi dan lain sebagainya.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi pemakaian tepung terigu terigu yaitu dengan menciptakan produk seperti tepung mocaf yang merupakan produk tepung hasil fermentasi dari tepung singkong yang memiliki karakteristik seperti terigu, namun kelemahan dari tepung mocaf ini adalah rendahnya kandungan protein dan kandungan vitaminnya, sehingga tepung mocaf hanya digolongkan pada tepung dengan kadar protein menengah. Tepung yang rendah protein akan menghasilkan produk yang kurang baik jika diaplikasikan pada produk pangan yang membutuhkan volume pengembangan, oleh karena itu harus dilakukan cara yang dapat menutupi kelemahan dari tepung mocaf sebagai pengganti terigu adalah melalui pembuatan tepung komposit dengan penambahan sumber protein dan sumber vitamin.

Tepung komposit merupakan salah satu solusi dalam meminimalisasi penggunaan terigu dalam produk-produk olahan pangan. Tepung Komposit sendiri merupakan campuran satu atau lebih tepung yang kemudian digunakan dalam proses pembuatan produk pangan (Galih, 2014).

Tepung komposit selain dapat menekan penggunaan tepung terigu sebagai bahan baku pembuatan makanan, tepung komposit juga memiliki nilai gizi yang lebih beragam karena terdiri dari beberapa jenis tepung yang memiliki kandungan gizi yang berbeda-beda. Hal ini tentunya sangat bermanfaat dalam menciptakan sebuah produk makanan yang praktis namun kaya akan gizi.

Tepung komposit pada awalnya diperkenalkan oleh FAO pada pengembangan produk roti menggunakan bahan-bahan lokal. Dewasa ini tepung komposit berubah teknologinya dan digunakan untuk mengembangkan sejumlah produk dengan perbedaan nutrisi, fungsional dan tekstur (Akubor dan Ukwuru, 2003; Chavan and Kadam, 1993).

Tepung mocaf setara dengan tepung terigu tipe II (tepung terigu protein sedang). Tepung mocaf memiliki kandungan kalsium lebih tinggi dibandingkan dengan tepung terigu dan lebih mudah dicerna. Kandungan serat pada tepung mocaf 12% lebih tinggi dari tepung terigu (Yeni Dahlia, 2012).

Tepung mocaf dalam penelitian ini dijadikan sebagai tepung komposit dengan penambahan bahan dari hasil samping industri (ampas) tahu dan kecap, serta hasil samping penggilingan padi yaitu bekatul yang merupakan sumber protein dan sumber vitamin yang baik dengan mengolahnya menjadi tepung, dimana bahan-bahan tersebut selama ini hanya dijadikan limbah dan tidak optimal digunakan dalam bidang pangan. Adanya penambahan bahan-bahan tersebut diharapkan dapat menutupi kelemahan dari tepung mocaf sebagai pengganti terigu.

Ampas tahu adalah hasil samping dari bubur kedelai yang diperas untuk diambil sarinya pada pembuatan tahu. Ampas tahu ini mempunyai nilai ekonomi yang rendah, mudah rusak dan tidak dapat disimpan lama, oleh karena itu perlu penanganan lebih lanjut untuk meningkatkan umur simpan ampas tahu serta lebih fleksibel dalam penggunaan misalnya dengan cara dibuat tepung. Berdasarkan hasil penelitian di Laboratorium Ka Balai Penelitian Mutu dan keamanan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian UNIKA, dalam 100 gram tepung ampas tahu mengandung karbohidrat 66,24%, protein 17,72%, serat kasar 3,23% dan lemak 2,62%, dan kandungan tersebut lebih tinggi dari tepung terigu dalam berat yang sama.

Ampas kecap merupakan limbah dari agro industri kecap yang berbahan dasar kedelai. Setelah proses fermentasi, 65% protein masih tertinggal pada ampas kecap. Jadi dalam ampas kecap, protein yang dikandung masih cukup banyak , sedangkan ampas kecap tersebut oleh pengusaha – pengusaha pabrik kecap dibuang begitu saja (Savitri, 2015).

Bekatul (rice bran) adalah hasil samping penggilingan padi yang terdiri dari aleurone layer, seed coat, dan germ. Bekatul dihasilkan pada saat yang bersamaan dengan dihasilkannya beras. Setidaknya 10% proses penggilingan padi menjadi beras menghasilkan produk samping berupa bekatul (Shih, 2003). Departemen Pertanian (2002) menyebutkan bahwa ketersediaan bekatul di indoensia cukup banyak dan mencapai 4.5-5 juta ton setiap tahunnya, selain itu bekatul merupakan makanan sehat alami mengandung antioksidan, multivitamin dan serat tinggi untuk penangkal penyakit degeneratif juga kaya akan pati, protein, lemak, vitamin dan mineral (Damayanthi, Tjing & Arbianto, 2007).

Penggunaan tepung komposit dari tepung mocaf yang ditambahkan bahan dari ampas tahu, ampas kecap, dan bekatul ini selain diharapkan dapat memberikan variasi pada produk pangan, juga dapat memanfaatkan limbah yang masih berpotensi dan memiliki kandungan gizi yang baik untuk dijadikan tepung komposit. Adanya tepung komposit diharapkan dapat mengurangi penggunaan terigu, sehingga pemerintah dapat menurunkan angka impor terigu.

Kandungan gizi dan mutu tepung komposit dipengaruhi oleh formulasi yang digunakan dalam pembuatannya. Formulasi adalah paduan atau campuran dari dua bahan atau lebih. Ketersediaan bahan baku yang cukup memadai, sangat dimungkinkan membuat tepung komposit dari tepung mocaf yang ditambahkan tepung ampas tahu, tepung ampas kecap, dan tepung bekatul yang diinginkan baik dari segi kandungan gizi seperti batasan nutrisi maksimal atau minimal dalam produk akhir dengan meminimalkan harga jual produk yang ditentukan menggunakan program linier. Menurut Dimyati (2004), program linier adalah perencanaan aktivitas-aktivitas untuk memperoleh suatu hasil optimum, yaitu hasil yang mencapai tujuan terbaik diantara seluruh alternative yang fisibel.

Berdasarkan hal tersebut, dilakukan penelitian yaitu untuk mengetahui formulasi antara tepung moccaf, tepung ampas tahu, tepung ampas kecap, dan tepung bekatul yang optimal menggunakan program linier dalam pembuatan tepung komposit untuk mendapatakan produk tepung komposit pengganti terigu dengan kandungan nilai gizi yang terbaik dengan dilakukan analisis kadar protein, vitamin B1, vitamin B2, dan karotenoid totalnya, serta dilakukan uji organoleptik.

* 1. **Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, masalah yang dapat diidentifikasi adalah sejauh mana penggunaan program linier dapat menentukan formula yang optimal yang berpengaruh terhadap kandungan gizi tepung komposit dari ampas tahu, ampas kecap, bekatul, dan tepung moccaf.

**1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan fomulasi yang tepat dari tepung mocaf, tepung ampas tahu, tepung ampas kecap, dan tepung bekatul yang memiliki mutu paling baik untuk dijadikan tepung komposit dengan menggunakan program linier dalam menentukan formula tepung komposit.

* 1. **Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah memanfaatkan ampas dari tahu, kecap dan produk samping penggilingan padi yaitu bekatul dengan ditambahkan pada tepung moccaf menjadi tepung komposit sehingga dapat meningkatkan nilai ekonomis dari bahan-bahan tersebut dan mengurangi penggunaan tepung terigu dalam pengolahan bahan pangan.

* 1. **Kerangka Pemikiran**

Tepung adalah bentuk hasil pengolahan bahan dengan cara pengilingan atau penepungan. Tepung memiliki kadar air yang rendah, hal tersebut berpengaruh terhadap keawetan tepung. Jumlah air yang terkandung dalam tepung dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain sifat dan jenis atau asal bahan baku pembuatan tepung, perlakuan yang telah dialami oleh tepung, kelembaban udara, tempat penyimpanan dan jenis pengemasan. Cara yang paling umum dilakukan untuk menurunkan kadar air adalah dengan pengeringan, baik dengan penjemuran atau dengan alat pengering biasa (Lingga, 1989).

Salah satu jenis tepung yang banyak digunakan adalah Tepung terigu, terigu mengandung protein dalam bentuk gluten, yang berperan dalam menentukan kekenyalan makanan yang terbuat dari bahan terigu (Salam, dkk., 2012).

Konsumsi tepung terigu dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan, padahal tepung terigu adalah bahan import dari luar negeri. Usaha untuk mengurangi konsumsi tepung terigu terus digalakkan disamping mencari alternatif pengganti dari bahan baku lain, juga dengan mengusahakan tepung lain sebagai tepung campuran (tepung komposit), yaitu suatu bentuk campuran antara tepung dengan beberapa jenis tepung dari bahan lain. Tepung komposit terbuat dari bahan sumber karbohidrat (serelia dan umbi-umbian) (Hidayat, 2000).

Tepung digolongkan menjadi dua, yaitu tepung tunggal adalah tepung yang dibuat dari satu jenis bahan pangan, misalnya tepung beras, tepung kasava, tepung ubi jalar dan tepung komposit yaitu tepung yang dibuat dari dua atau lebih bahan pangan. Misalnya tepung komposit kasava – terigu - kedelai, tepung komposit jagung - beras, atau tepung komposit kasava – terigu - pisang. Tujuan pembuatan tepung komposit antara lain untuk mendapatkan karakteristik bahan yang sesuai untuk produk olahan yang diinginkan atau untuk mendapatkan sifat fungsional tertentu. Pertimbangan lain adalah faktor ketersediaan dan harga (http://www.ebookpangan, 2009).

Tepung komposit memiliki kadar protein, lemak, dan serat pangan yang lebih tinggi dibanding terigu, sedangkan kadar karbohidrat dan patinya lebih rendah. Komposisi tersebut menyebabkan kemampuannya mengikat air yang tinggi pada suhu ruang dibanding terigu, sedangkan terigu memiliki kemampuan gelatinisasi (yang dilihat dari profil pasta dan viskositas) yang lebih baik (Santi, 2014).

Menurut hasil penelitian Rizqa Amalia (2013) menunjukkan bahwa perbandingan 30% tepung beras:35% tepung ubi jalar:20% pati kentang:14,5% tepung kedelai:0,5% xanthan gum memiliki karakteristik fisik, kimia, pasta, dan fungsional yang hampir mendekati terigu sehingga dapat digunakan sebagai alternatif terigu pada produk pangan yang bebas gluten. Nilai derajat putih tepung komposit berada pada rentang 84,35 – 86,35, nilai kerapatan curah pada 0,39 – 0,52 gram/cm3, nilai daya serap air pada 0,90 – 1,43 cm3/gram, nilai daya serap minyak pada 0,81 – 1,18 cm3/gram, dan nilai viskositas pasta pada rentang 21,57– 36,10 cP (Eriek Mustaqim, 2013).

Menurut Ratnaningsih, dkk (2010), tepung komposit memiliki komposisi kimia sebagai berikut: kadar air (9,85 – 11,49%), abu (0,57 –1,03%), lemak (1,57 – 2,02%), protein (10,70 – 13,43%), serat (2,67 – 5,58%) dan karbohidrat (67,80 – 73,04%).

Berdasarkan Hasil uji organoleptik, tepung komposit (campuran tepung pisang dan tepung jagung) sebanyak 25-50% dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan kue lidah kucing sedangkan tepung komposit khususnya dari pisang siberas dan jagung dapat mensubstitusi tepung terigu dalam pembuatan mie kering sebanyak 20%. Pisang lokal Sumatera Utara khususnya pisang siberas dan johor dalam bentuk tepung memiliki peluang dikembangkan sebagai bahan baku kue kering seperti kue lidah kucing dan mie kering (Agriawati DP, dkk 2012).

Tepung mocaf mengandung serat yang tinggi hingga mencapai 12%, sebanding dengan serat dari tepung gandum utuh (whole grain-wheat flour). Tepung ini secara fisik berwarna putih khas dengan aroma asam laktat yang dihasilkan dari proses fermentasi. Mocaf dapat digunakan sebagai bahan baku, baik substitusi maupun seluruhnya, dari berbagai jenis produk bakery seperti kue kering (cookies, nastar, dan kaastengel dll), kue basah (cake, kue lapis, brownies, spongy), dan roti tawar. Selain itu juga dapat digunakan dalam pembuatan bihun, dan campuran produk lain berbahan baku gandum atau tepung beras. Hasil produk berbahan mocaf ini tidak jauh berbeda dengan produk yang menggunakan bahan tepung terigu maupun tepung beras. Kue-kue berbahan baku mocaf ini mempunyai ketahanan terhadap dehidrasi yang tinggi, sehingga mampu disimpan dalam 3-4 hari tanpa perubahan tekstur yang berarti (Anonim 2013).

Ampas Tahu merupakan limbah padat yang diperoleh dari proses pembuatan tahu dari kedelai . Sedangkan yang dibuat tahu adalah cairan atau susu kedelai yang lolos dari kain saring. Ditinjau dari komposisi kimianya ampas tahu dapat digunakan sebagai sumber protein. kandungan protein dan lemak pada ampas tahu yang cukup tinggi namun kandungan tersebut berbeda tiap tempat dan cara pemprosesannya. Kandungan ampas tahu yaitu protein 8,66%; lemak 3,79%; air 51,63% dan abu 1,21%, maka sangat memungkinkan ampas tahu dapat diolah menjadi bahan makanan ternak (Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur, 2011). Sedangkan Ampas tahu basah dalam per 100 gram mengandung Karbohidrat 11,07%, Protein 4,71%, Lemak 1,94% dan Abu 0,08% (Rahayu Sutriswati.E. 2012). Oleh karena itu ampas tahu perlu dioptimalkan pemanfaatanya sebagai bahan pangan campuran/subtitusi pada bahan pangan dasar pada olahan makanan.

Pembuatan tepung ampas tahu diawali dengan pemerasan ampas tahu, lalu dilakukan pengukusan dengan suhu 100oC dalam waktu 15 menit, lalu dilakukan pengeringan dengan alat pengering dengan suhu 60-70oC selama ±5 jam, lalu dilakukan pengayakan dengan ukuran 40 mesh jadilah ampas tahu (Rahma Wati, 2013)

Sunarso (1984) menyatakan tepung ampas kecap (untuk 100% bobot kering) memiliki kadar abu 26.85%; protein kasar 28.72%;lemak 24.36%: serat kasar 8.79%; dan BETN 10.34%. Sementara dalam Siregar (1994) disebutkan bahwa kandungan nutrien tepung ampas kecap terdiri atas protein kasar 23.35%;lemak 24.2%; kadar air 73.4%; dan TDN 87%. Setiana (1999) menyebutkan untuk bahan kering 87.14%; terdapat kadar abu 19.14%; protein kasar 27.22%; lemak 12.48%; serat kasar 11.03%; Ca 0.69%; P 1.19%; dan NaCl20.25%.

Menurut Nanik Fitria (2013), pembuatan tepung ampas kecap adalah ampas kecap basah direndam dalam air dingin suhu 25oC selama 24 jam (1 kg ampas : 2 liter air), lalu dilakukan pencucian dengan air mengalir dan tiriskan, lalu dijemur sampai kering atau sampai kadar air ±5%, lalu dilakukan penggilingan sampai menjadi tepung ampas kecap.

Bekatul (rice bran) adalah hasil samping penggilingan padi yang terdiri dari aleurone layer, seed coat, dan germ. Bekatul dihasilkan pada saat yang bersamaan dengan dihasilkannya beras. Setidaknya 10 persen proses penggilingan padi menjadi beras menghasilkan produk samping berupa bekatul (Shih, 2003). Bekatul mengandung protein relatif tinggi yaitu 11,3-14,9%:; kadar serat diet 7,0-11,4% dan kaya akan vitamin B1 (11,1-12,9 mg/100g) dan vitamin E (1,9-2,9 mg/100g); asam lemak bebas 2,8-4,1% dan mineral (Santosa dkk, 2007).

Bekatul mengandung asam amino lisin yang lebih tinggi dibandingkan beras. Protein bekatul memang nilai gizinya lebih rendah daripada telur atau protein hewani, tetapi lebih tinggi daripada kedelai, jagung dan terigu. Bekatul juga kaya akan kandungan vitamin B komplek (B1,B2,B3,B5,B6 dan tokoferol) dan serat yang tinggi. Menurut Eijkman (1858-1930) seorang peneliti berkebangsaan Belanda, tiamin (vit. B1) banyak ditemukan dalam bekatul. Eijkmn menemukan bahwa ada hubungan erat antara gejala beri-beri pada ayam dengan pemberian makanan beras giling. Dimana dengan pemberian beras giling yang masih mengandung bekatul jarang ditemukan gejala beri-beri. Selain itu bekatul juga mengandung Pangamanic Acid yang sering disebut sebagai vitamin B15. Pangamanic Acid ini berfungsi dalam menurunkan kolesterol, meningkatkan kekuatan jantung, dan sebagai antioksidan (Isnawati Nani, 2013).

Pembuatan tepung bekatul utuh dengan melakukan pengayakan bekatul segar lalu dimasukan ke dalam mesin otoklaf pada suhu 121oC selama 3 menit, setelah itu dikeringkan dalam oven dengan suhu 105oC selama 1 jam, lalu bekatul utuh tersebut digiling dan diayak dengan ukuran 80 mesh (Damayanthi, 2006).

Adrizal (2002) menyatakan bahwa pengoahan model linier dengan program linier menggunakan aplikasi komputer, dapat menghasilkan *output* program computer berupa formula dan analisis sensitivitas formula yang berguna untuk melihat sejauh mana bahan baku dapat digunakam secara optimal dalam bahan dengan kandungan gizi dan harga yang berlaku.

Aplikasi program linier dalam optimasi formulasi es krim dengan menggunakan minyak kelapa sawit sebagai pengganti lemak mentega yaitu untuk mempelajari penggunaan minyak kelapa sawit sebagai bahan baku untuj mensubtitusi lemak susu dan mempelajari formulasi es krim yang optimal, yaitu dengan cara meminimumkan penggunaan bahan baku tanpa mengurangi mutu es krim yang dihasilkan dan dengan harga yang ekonomism (Hubies, dkk., 1994).

Faktor pembatas yang digunakan pada pembuatan formulasi perbandingan bahan baku pembuatan tepung komposit dari tepung mocaf, ampas tahu, ampas kecap, dan bekatul ini yaitu kadar protein, kadar air, kadar abu, dan serat total di mana nilai-nilai pembatas diambil dari tabel informasi nutrisi dan hasil penelitian sebelumnya tentang tepung komposit. Selain itu, faktor kendala yang dipergunakan adalah harga bahan baku yang digunakan bias dihasilkan produk yang berkualitas dengan harga terjangkau.

* 1. **Hipotesis Penelitian**

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah diuraikan di atas, maka dapat diambil hipotesis, diduga bahwa dengan menggunakan program linier akan memberikan solusi optimal dalam menentukan formulasi tepung komposit dari tepung mocaf, ampas tahu, ampas kecap, dan bekatul sehingga menghasilkan produk yang bermutu.

* 1. **Tempat dan Waktu Penelitian**

Tempat yang digunakan untuk penelitian ini adalah di Laboratorium Penelitian Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung dan Laboratorium Farmasi ITB. Waktu penelitian dilaksanakan dilakukan pada bulan Agustus 2015 sampai dengan Oktober 2015.

**II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menguraikan mengenai: (1) Tepung komposit, (2) Tepung moccaf(3) Ampas Tahu, (4) Ampas Kecap, (5) Bekatul, dan (6) Program Linier

**2.1 Tepung Komposit**

Tepung komposit adalah tepung yang berasal dari beberapa jenis bahan baku yaitu umbi - umbian, kacang - kacangan, atau sereal dengan atau tanpa tepung terigu atau gandum dan digunakan sebagai bahan baku olahan pangan seperti produk bakery dan ekstrusi (Widowati, 2009). Beberapa produk bakery (cookies, bread, biscuitt, muffin) dibuat dari tepung komposit seperti tepung singkong, tepung kedelai, tepung kacang hijau (Jisha dan Padmaja, 2011; Pasha dkk.,2011).

Tepung komposit merupakan tepung campuran dari berbagai jenis tepung untuk menghasilkan produk dengan sifat fungsional yang hampir mendekati sifat bahan dasar produk aslinya (Khudori, 2008). Pemanfaatan tepung komposit dalam pembuatan roti sudah banyak dilakukan, misalnya tepung komposit yang terdiri dari tepung ubi kayu dan terigu (Shittu, dkk., 2007), tepung labu kuning dan terigu (See, dkk., 2007) serta dari tepung tiger nut dan terigu (Ade-Omowaye, dkk., 2008).

Berbagai upaya telah dilakukan oleh negara-negara berkembang untuk mengangkat penggunaan tepung komposit, di mana penggunaan tepung terigu digantikan oleh tepung-tepungan lokal dalam pembuatan produk-produk rerotian sehingga mengurangi biaya yang berkaitan dengan impor gandum (Olaoyeet al 2006). Menurut Dendy dkk, (2001), definisi tepung komposit terbagi menjadi dua. Pertama,tepung komposit merupakan campuran dari terigu dan tepung lain untuk pembuatan produk- produk rerotian, yang memerlukan pengembangan ataupun tidak, dan produk-produk pasta; kedua,tepung komposit secara keseluruhan adalah campuran tepung non terigu sebagai pengganti satu jenis tepung untuk tujuan tertentu, baik tradisional maupun modern. Penggunaan tepung komposit memiliki dua fungsi, yaitu untuk mengurangi atau menghilangkan penggunaan gandum atau bahan pangan pokok lain dan untuk mengubah karakteristik gizi produk, misalnya dengan memperkayakandungan protein, vitamin, atau mineral.

**2.2 Tepung Mocaf**



Gambar 1. Tepung Mocaf

Tepung mocaf merupakan tepung yang diperoleh dari ubi kayu (*Manihot utilissima*) dengan proses fermentasi asam laktat. Syarat mutu tepung mocaf menurut SNI 7622-2011 dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Syarat Mutu Tepung Mocaf

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| NO | Kriteria Uji | Satuan | Persyaratan |
| 1.  1.1  1.2  1.3 | Keadaan :  Bentuk  Bau  Warna | -  -  - | Serbuk halus  Normal  Putih |
| 2. | Benda-benda asing | - | Tidak ada |
| 3. | Serangga dalam semua bentuk stadia dan potongan-potongannya yang tampak | - | Tidak ada |
| 4.  4.1  4.2 | Kehalusan :  Lolos ayakan 100 mesh  Lolos ayakan 80 mesh | %b/b  %b/b | Min. 90  100 |
| 5. | Kadar air | %b/b | Maks. 13 |
| 6. | Abu | %b/b | Maks. 1,5 |
| 7. | Serat Kasar | %b/b | Maks 2,0 |
| 8. | Derajat Putih (MgO =100) | - | Min. 87 |
| 9. | Belerang Dioksida (SO2) | %b/b | Negatif |
| 10. | Derajat asam | ml NaOh 1N/100g | Maks. 4,0 |
| 11. | HCN | mg/kg | Maks. 10 |
| 12.  12.1  12.2  12.3  12.4 | Cemaran Logam  Cadmium (Cd)  Tombal (Pb)  Timah (Sn)  Merkuri (Hg) | mg/g  mg/g  mg/g  mg/g | Maks. 0,2  Maks. 0,3  Maks 40,0  Maks. 0,05 |
| 13. | Cemaran Arsen (As) | mg/g | Maks. 0,5 |
| 14. | Cemaran Mikroba  Angka Lempeng Total (35oC, 48 jam)  *Eschericia coli*  *Bacillus cereus*  Kapang | Koloni/g  APM/g  Koloni/g  Koloni/g | Maks. 10  Maks. 10  < 1x104  Maks. 1x104 |

(Sumber : SNI, 2011)

Menurut Subagyo (2006), mocaf adalah tepung dari ubi kayu (Manihot utilissima) yang diproses dengan memodifikasi sel ubi kayu secara fermentasi. Tahapan dalam pembuatan tepung mocaf yang pertama yaitu mikroba jenis BAL (Bakteri Asam Laktat) yang tumbuh akan menghasilkan enim pektinolitik dan selulotik yang dapat menghancurkan dinding sel ubi kayu sedemikian rupa sehingga terjadi liberasi granula pati. Proses liberasi ini ajkan menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi, dan kemudahan melarut, selanjutnya granula pato tersebut akan mengalami hidrolisis menghasilkan monosakarida sebagai bahan baku untuk menghasilkan asam-asam organik. Senyawa asam ini akan bercampur dengan tepung sehingga ketika tepung tersebut diolah akan menghasilkan aroma dan cita rasa khas yang dapat menutupi aroma dan cita rasa singkong yang cenderung tidak disukai konsumen.

Mocaf dapat digolongkan sebagai produk edible cassava flour berdasarkan Codex Standard,Codex Stan 176-1989 (Rev. 1-1995). Walaupun dari komposisi kimianya tidak jauh berbeda, mocaf mempunyai karakteristik fisik dan organolpetik yang spesifik jika dibandingkan dengan tepung ubi kayu pada umumnya. Perbedaan komposisi kimia tepung mocaf dengan tepung ubi kayu dan sifat fisik organoleptik mocaf dengan tepung ubi kayu dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3 di bawah ini :

Tabel 2. Perbedaan Komposisi Kimia Mocaf dengan Tepung Ubi Kayu

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Komposisi | Tepung Mocaf | Tepung Ubi kayu |
| Air (%) | Max. 13 | Max. 13 |
| Protein (%) | Max 1,0 | Max 1,2 |
| Abu (%) | Max 0,2 | Max 0,2 |
| Pati (%) | 85-87 | 82-85 |
| Serat (%) | 1,9-3,4 | 1,0-4,2 |
| Lemak (%) | 0,4-0,8 | 0,4-0,8 |
| HCN (mg/kg) | Tidak terdeteksi | Tidak terdeteksi |

(Sumber : Codex Stan 176-1989 dalam Subagyo, 2007)

Tabel 3 . Perbedaan Sifat Fisik dan Organoleptik Mocaf dengan Tepung Ubi Kayu

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Parameter | Tepung Mocaf | Tepung Ubi Kayu |
| Besar Butiram (mesh) | Max. 80 | Max. 80 |
| Derajat keputihan (%) | 88-91 | 85-87 |
| Kekentalan (mPa.s) | 52-55 (2% pasta panas)  75-77 (2% pasta dingin) | 20-40 (2% pasta panas)  30-50 (2% pasta dingin) |
| Warna | Putih | Putih agak kecoklatan |
| Aroma | Netral | Kesan ubi kayu |
| Rasa | Netral | Kesan ubi kayu |

(Sumber : Codex Stan 176-1989 dalam Subagyo, 2007)

**2.3 Ampas Tahu**

Gambar 2. Ampas Tahu

Ampas tahu merupakan limbah padat yang dihasilkan oleh industri pengolahan kedelai menjadi ampas. Ampas tahu mempunyai kadar gizi yang tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak (B.Sarwono, 2006).

Ampas tahu basah dalam 100 gram mengandung Karbohidrat 11,07%, Protein 4,71%, Lemak 1,94% dan Abu 0,08% (Endang Sutriswati Rahayu, 2012).

Ampas tahu mempunyai kadar protein yang baik dari segi kualitasnya untuk campuran dalam pembuatan berbagai bahan makanan. Kandungan nutrisi yang terdapat dalam ampas tahu bervariasi, hal ini antara lain disebabkan oleh perbedaan varietas dari kedelai yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan tahu, peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan tahu maupun proses pembuatan tahu maupun proses pengolahan yang dilakukan (Sri Wahyuni, 2003).

Ampas tahu segar mempunyai kadar air yang tinggi, sehingga menyebabkan umur simpannya pendek, pengeringan merupakan salah satu cara mengatasi kadar air yang tinggi dari ampas tahu segar (Sri Wahyuni, 2003). Hasil pengeringan ampas tahu dapat diolah menjadi prodak tepung ampas tahu yang bisa memenuhi kandungan gizi lebih tinggi dan fleksibel dalam penggunaannya.

Ampas Tahu merupakan limbah padat yang diperoleh dari proses pembuatan tahu dari kedelai . Sedangkan yang dibuat tahu adalah cairan atau susu kedelai yang lolos dari kain saring. Ditinjau dari komposisi kimianya ampas tahu dapat digunakan sebagai sumber protein. kandungan protein dan lemak pada ampas tahu yang cukup tinggi namun kandungan tersebut berbeda tiap tempat dan cara pemprosesannya. Terdapat laporan bahwa kandungan ampas tahu yaitu protein 8,66%; lemak 3,79%; air 51,63% dan abu 1,21%, maka sangat memungkinkan ampas tahu dapat diolah menjadi bahan makanan ternak (Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur, 2011).

2.3.1. Cara Pembuatan Ampas Tahu

Proses pembuatan tahu melalui beberapa tahap pengolahan yaitu perendaman, penggilingan, ekstraksi, protein, penggumpalan dan pencetakan. Banyaknya air yang digunakan untuk ekstraksi protein menentukan banyaknya yang terekstrak, ditandai dengan banyaknya rendaman yang dihasilkan. Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan sejumlah air tertentu dan pada suhu pendidihan bubur kedelai selanjutnya dilakukan penyaringan dan penggumaplan serta pencetakan. Sehingga pembuatan tahu ini didapatkan dua macam limbah yaitu limbah cairan dan limbah padat (ampas tahu).

Pembersihan

Perendaman

Penggilingan

Pemasakan

Penyaringan

Bahan Penggumpal

Penggumpalan

Penyaringan

Pencetakan dan Pengepresan

Pemotongan

Gambar 3. Diagram Alir Proses Pembuatan Tahu (B. Sarwono dan Yan Pieter Saragih, 2006)

2.3.2. Kandungan Gizi Ampas Tahu

Ditinjau dari komposisi kimianya ampas tahu dapat digunakan sebagai sumber protein. Ampas tahu lebih tinggi kualitasnya dibandingkan dengan kacang kedelai. Prabowo dkk.,(1993) menyatakan bahwa protein ampas tahu mempunyai nilai biologis lebih tinggi dari pada protein biji kedelai dalam keadaan mentah, karena bahan ini berasal dari kedelai yang telah dimasak.

Ampas tahu juga mengandung unsur-unsur mineral mikro maupun makro yaitu untuk mikro; Fe 200-500 ppm, Mn 30-100 ppm, Cu 5-15 ppm, Co kurang dari 1 ppm, Zn lebih dari 50 ppm. Ampas tahu dalam keadaan segar berkadar air sekitar 84,5 % dari bobotnya. Kadar air yang tinggi dapat menyebabkan umur simpannya pendek. Ampas tahu basah tidak tahan disimpan dan akan cepat menjadi asam dan busuk selama 2-3 hari, sehingga ternak tidak menyukai lagi. Ampas tahu kering mengandung air sekitar 10,0 - 15,5 % sehingga umur simpannya lebih lama dibandingkan dengan ampas tahu segar (Widjatmoko, 1996).

Tabel 4. Komposisi Nutrisi/Kimia Ampas Tahu

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Nutrisi | Ampas Tahu | |
| Basah (%) | Kering (%) |
| Bahan Kering | 14,69 | 88,35 |
| Protein Kasar | 2,91 | 23,39 |
| Serat Kasar | 3,76 | 19,44 |
| Lemak Kasar | 1,39 | 9,96 |
| Abu | 0,58 | 4,58 |
| BETN | 6,05 | 30,48 |

(Sumber : Suprapti, 2005)

Tahu diproduksi dengan memanfaatkan sifat protein, yaitu akan menggumpal bila bereaksi dengan asam. Penggumpalan protein oleh asam cuka akan berlangsung secara cepat dan bersamaan diseluruh bagian cairan sari kedelai, sehingga sebagian besar air yang semula tercampur dalam sari kedelai akan terkumpul di dalamnya. Pengeluaran air yang terkumpul tersebut dapat dilakukan dengan memberikan tekanan. Semakin besar tekanan yang diberikan, semakin banyak air dapat dikeluarkan dari gumpalan protein. Gumpalan protein itulah yang disebut dengan tahu (Suprapti, 2005). Sebagai akibat proses pembuatan tahu, sebagian protein terbawa atau menjadi produk tahu, sisanya terbagi menjadi dua, yaitu terbawa dalam limbah padat (ampas tahu) dan limbah cair. Kandungan gizi dalam kedelai, tahu dan ampas tahu masing-masing dapat dilihat dalam Tabel 5.

Tabel 5. Kandungan Unsur Gizi dan Kalori dalam Kedelai, Tahu dan Ampas Tahu

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Unsur Gizi | Kadar/100g Bahan | | |
| Kedelai | Tahu | Ampas Tahu |
| 1 | Energi (kal) | 382 | 79 | 393 |
| 2 | Air (g) | 20 | 84,4 | 4,9 |
| 3 | Protein (g) | 30,2 | 7,8 | 17,4 |
| 4 | Lemak (g) | 15,6 | 4,6 | 5,9 |
| 5 | Karbohidrat (g) | 30,1 | 1,6 | 67,5 |
| 6 | Mineral (g) | 4,1 | 1,2 | 4,3 |
| 7 | Kalsium (g) | 196 | 124 | 19 |
| 8 | Fosfor (g) | 506 | 63 | 29 |
| 9 | Zat Besi (mg) | 6,9 | 0,8 | 4 |
| 10 | Vitamin A (mg) | 29 | 0 | 0 |
| 11 | Vitamin B (mg) | 0,93 | 0,06 | 0,2 |

(Sumber : Suprapti, 2005)

2.3.3. Tepung Ampas Tahu

Tepung ampas tahu adalah hancuran ampas tahu kering, kemudian dihaluskan (giling) dan diayak dengan tingkat kehalusan kurang lebih 80 mesh. Ampas tahu yang diolah sebagai tepung ampas tahu agar mempunyai sifat fungsional sehingga bahan akan mudah dilakukanya perancangan produk pangan baru, kandungan gizi pada tepung ampas tahu ini sebagai berikut:

Tabel 6. Kandungan Gizi Tepung Ampas Tahu 100 Gram

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Zat Gizi | Ampas Tahu Kering |
| 1 | Lemak | 2,62 % |
| 2 | Serat Kasar | 3,23 % |
| 3 | Abu | 3,58 % |
| 4 | Air | 9,84% |
| 5 | Protein | 17,72% |
| 6 | Karbohidrat | 66,24% |

(Sumber : Laboratorium Ka Balai Penelitian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Unika, 2013)

Berikut ini adalah proses dalam pembuatan tepung ampas tahu, mulai dari awal pembuatan sampai akhir pembuatan. Peralatan yang digunakan untuk membuat tepung ampas tahu yaitu, waskom, loyang,blender, ayakan tepung, dan pengering (kabinet) atau bisa juga panas alami (panas matahari).

1. Keunggulan tepung ampas tahu :

Kandungan gizi tepung ampas yang masih tinggi antara lain : karbohidrat, protein, lemak, serat kasar, sehingga sangat baik untuk dimanfaatkan karena kandungan-kandungan tersebut sangat penting bagi tubuh manusia.

a. Karbohidrat

Tepung ampas tahu mempunyai kandungan karbohidrat 66,24%, karbohidrat mempunyai fungsi yaitu menyediakan energi bagi tubuh. Karbohidrat merupakan sumber utama energy bagi penduduk di seluruh dunia, karena banyak di dapat di alam dan harganya relatif murah. Satu gram karbohidrat menghasilkan 4 kkalori. Sebagian karbohidrat di dalam tubuh berada dalam sirkulasi darah sebagai glukosa untuk keperluan energi segera; sebagian disimpan sebagai glikogen dalam hati dan jaringan otot, dan sebagaian diubah menjadi lemak untuk kemudian disimpan sebagai cadangan energi di dalam jaringan lemak.

b. Protein

Kandungan protein pada tepung ampas tahu 17,72%, protein berfungsi sebagai pertumbuhan dan pemeliharaan sebelum sel-sel dapat mensintesis protein baru, harus tersedia semua asam amino esensial yang diperlukan dan cukup nitrogen atau ikatan amino (NH2) guna pembentukan asam – asam amino nonesensial yang diperlukan, pembentukan ikatan-ikatan Esensial tubuh, mengatur keseimbangan air, memelihara netralitas tubuh, pembentukan antibodi, mengangkut zat-zat gizi dan sumber energi.

c. Lemak

Kandungan lemak tepung ampas tahu 2,62%, lemak mempunyai funsi sebagai: sumber energi, sumber asam lemak esensial, alat angkut vitamin larut lemak, menghemat protein, memberi rasa kenyang dan kelezatan, sebagai pelumas, memelihara suhu tubuh, pelindung organ tubuh (Sunita Almatsier, 2009).

d. Serat kasar

Serat dalam bahan makanan mempunyai sifat kimiawi yang heterogen. Berasal dari polisakarida penyusun dinding sel tumbuhan (structural), misalnya : sellulosa, hemisellulosa dan pektin. Adapula yang berasal dari polisakarida nonstruktural, misalnya : getah (secreted & reversegums). Sumber serat yang lain adalah polisakarida yang berasal dari rumput laut.

Berdasarkan sifat kimia – fisika serat dapat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu : serat yang larut dalam air dan serta yang tak larut dalam air. Serat yang larut dalam air cenderung bercampur dengan air membentuk gel, misalnya agar-agar (serat sayuran, buah-buahan dan kacang-kacangan), sedangkan serat tak larut dalam air mampu menahan air 20 kali beratnya (serat cereals, bijih-bijihan). Umumnya serat dapat dipakai sebagai obat sembelit, gangguan pencernaan dan mengurangi gangguan buang air besar pada tubuh (Loekmonohadi, 2010).

2. Cara Penyimpanan Tepung ampas tahu

Cara Penyimpanan Tepung ampas tahu agar tetap baik, perlu disimpan di tempat kering dan tertutup, dikemas dalam plastikperlu disimpan di tempat kering dan tertutup, dikemas dalam plastic dan jauh dari kelembaban, karena tepung mudah rusak oleh udara lembab,sehingga mudah ditumbuhi jamur. Cara penyimpanan tepung ampas tahu sebagai berikut :

1. Suhu (temperatur)

Suhu yang baik untuk menyimpan tepung agar tetap baik adalah suhu gudang yang temperaturnya 65 derajat -75 derajat c.dengan suhu tersebut tepung ampas tahu dapat disimpan dalam jangka waktu lama. Lama penyimpanan tepung dapat berkisar 1-2 bulan.

1. Lubang udara (ventilasi)

Ventilasi yang ada didalam ruang penyimpanan tepung cukup dan agak lebar supaya udara dapat bebas bertukar diantara timbunan sak-sak tepung, maka dibuatlah rak atau pembatas diantara timbunan tepung. Selain mempermudah peredaran atau pertukaran udara dengan penataan yang berlapis-lapis akan mempermudahdalam pengambilan tepung.

1. Bau-bauan

Tepung dapat menyerap bau-bauan dari bahan yang lainnya, oleh karena itu dalam penyimpanan tepung dijauhkan dari bahan-bahan lain yang bisa mengubah bau dari tepung tersebut.bau-bauan yang dapat menyebabkan tepung menjadi berubah misalnya rempah-rempah, minyak tanah, bensin.

**2.4 Ampas Kecap**

Gambar 4. Ampas Kecap

Ampas kecap merupakan limbah dari agro industri kecap yang berbahan dasar kedelai. Biji kedelai merupakan bahan makanan yang mempuyai kadar protein yang cukup tinggi, yaitu sekitar 35 % .Dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan kecap secara fermentasi ,protein yang terdapat dalam kecap hanya sekitar 7 %, sedangkan sisanya ikut terbuang dalam ampas kecap. Setelah proses fermentasi, 65% protein masih tertinggal pada ampas kecap. Protein yang tertinggal pada ampas kecap kebanyakan berasal dari protein biji kedelai. Jadi dalam ampas kecap, protein yang dikandung masih cukup banyak , sedangkan ampas kecap tersebut oleh pengusaha – pengusaha pabrik kecap dibuang begitu saja.

Ampas kecap merupakan limbah dari proses pembuatan kecap yang berbahan dasar kedelai yang memiliki kandungan protein cukup tinggi. Untuk menjadi bahan baku pangan, ampas kecap harus diolah menjadi tepung dengan lebih dahulu dikeringkan dalam oven/dijemur. Nilai gizi yang terkandung adalah protein 10,32%;lemak 6,93%; air 52,98% dan abu 6,72%.

Untuk membuat kecap dibutuhkan bahan baku berupa biji kedelai. Ampas kecap dihasilkan sebesar 59,7% dari bahan baku kedelai. Ampas ini cukup disukai oleh ternak. Ampas kecap berasal dari kedelai dan oleh karena itu nutrisi yang terdapat pada ampas kecap adalah sama dengan kedelai hanya konsetrasinya lebih sedikit karena telah mengalami pengolahan. Tetapi perlakuan yang tidak baik pada ampas kecap khususnya ampas kecap segar dapat mengakibatkan tumbuhnya jamur yang selanjutnya dapat menurunnya nilai nutrisi ampas tersebut (Cahyadi, 2000).

Widayati dan Widalestari (1996) menyatakan bahwa setelah penyaringan 65% protein masih tertinggal pada ampas kecap. Protein yang tertinggal pada ampas kecap kebanyakan berasal dari protein biji kedelai. Ampas kecap dapat digolongkan sebagai sumber protein karena mengandung protein kasar lebih dari 18%. Beberapa analisa proksimat dari ampas kecap seperti pada tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Kandungan zat-zat makanan ampas kecap

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Zat Makanan | Santoso (1987) | Didik (1995) | Maharani (2001) |
| 1 | ME (Kkal/kg) | 2100 | 3240 | 2418 |
| 2 | Protein (%) | 24,90 | 30,86 | 20,57 |
| 3 | Serat Kasar (%) | 16,30 | 13,10 | 6,16 |
| 4 | Lemak (%) | 24,30 | 17,24 | 12,80 |
| 5 | Abu (%) | - | 21,15 | - |
| 6 | Ca (%) | 0,39 | - | 0,39 |
| 7 | P (%) | 0,33 | - | - |

(Sumber : Widodo, 2001)

Menurut Mulyokusumo (1974) bahwa pada pembuatan kecap hanya sebagian protein kedelai yang dapat dimanfaatkan dan terlarut dalam kecap, sedangkan sisanya tertinggal pada ampas kecap. Judomidjojo (1989), mengatakan bahwa secara umum kecap terutama dinilai dari kadar proteinnya, tetapi yang lebih penting adalah kadar asam aminonya.

Tabel 8. Kandungan Protein pada ampas kecap

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Asam Amino | Kandungan (%) | No | Asam Amino | Kandungan (%) |
| 1 | Serin | 0,56 | 9 | Triptofan | 0,64 |
| 2 | Histidin | 1,85 | 10 | Valin | 1,00 |
| 3 | Isoleusin | 1,06 | 11 | Sistin | 3,54 |
| 4 | Leusin | 1,64 | 12 | Arginin | 1,50 |
| 5 | Lisin | 1,90 | 13 | Tirosin | 0,98 |
| 6 | Metionin | 0,18 | 14 | Alanin | 0,66 |
| 7 | Fenilalanin | 1,42 | 15 | Glisin | 0,05 |
| 8 | Treonin | 1,28 | 16 | Prolin | 4,99 |

(Sumber : Widodo, 2001)

2.4.1. Pemanfaatan ampas kecap

Penggunaan ampas kecap sebagai substitusi pada tepung komposit perlu dilakukan penambahan bahan lain untuk menutupi kekurangan dari tepung ampas tahu. Dengan dilakukan nya pembuatan tepung komposit yang berbahan dasar dari ampas kecap dengan penambahan tepung ampas tahu, tepung bekatul, dan tepung moccaf akan menutupi kekurangan atau kelemahan dai tepung ampas kecap.

Kelemahan dari ampas kecap adalah karena tingginya kadar NaCl. Sesuai pendapat Rahayu dkk., (1993) bahwa ampas kecap yang diperoleh dari ekstraksi dalam larutan garam setelah penyaringan dan pengepresan kembali di ekstraksi dengan larutan garam dan disaring dimana proses ini diulang 4-5 kali.Keadaan ini menyebabkan kandungan NaCl dalam ampas kecap tinggi. Oleh karena itu maka usaha mengurangi kadar NaCl ampas kecap untuk pembuatan tepung perlu diupayakan dengan cara perendaman dalam air pada suhu 25-29oC selama 24 jam. Namun pada saat perendaman dalam air panas (suhu 70oC) dapat menurunkan kadar protein pada ampas kecap. Perbedaan suhu perendaman menunjukkan kadar protein ampas kecap. Hal ini disebabkan terjadinta proses browning karena pemanasan (Cahyadi, 2000). Winarno (1987) menyatakan bahwa perbedaan suhu perendaman dapat menyebabkan terjadinya browning dan denaturasi protein.

Secara kualitatif kualitas ampas kecap dapat diuji dengan menggunakan buk density ataupun uji apung. Selain itu uji organoleptik seperti tekstur, rasa, warna dan bau dapat dipakai untuk mengetahui kualitas ampas kecap yang baik. Kualitas ampas kecap secara kualitatif dapat dilakukan dilaboratorium dengan menggunakan metode proksimat.

Ampas kecap masih mempunyai nilai gizi yang baik. Oleh karena itu dibeberapa daerah ampas kecap masih dipergunakan untuk makanan manusia. Ampas kecap mempunyai kandungan protein berkisar antara 21-34% tergantung pada proses pengolahan dan kualitas bahan baku yang diguanakan.

**2.5 Bekatul**

Gambar 5 . Bekatul

Bekatul (rice bran) adalah hasil samping penggilingan padi yang terdiri dari aleurone layer, seed coat, dan germ. Bekatul dihasilkan pada saat yang bersamaan dengan dihasilkannya beras. Setidaknya 10 persen proses penggilingan padi menjadi beras menghasilkan produk samping berupa bekatul (Shih, 2003).

Penggilingan Padi

Gambar 6. Diagram alir proses pengolahan beras dan bekatul

Jumlah produksi bekatul berbanding lurus dengan produksi beras. Indonesia yang mayoritas penduduknya menjadikan beras sebagai makanan pokok tentunya memiliki produksi bekatul yang cukup besar. Sebagai gambaran berdasarkan data BPS, produksi padi di Indonesia tahun 2010 mencapai 65,98 juta ton gabah kering giling. Dengan menghitung 10 persen dari total produksi padi dapat menghasilkan bekatul, diperkirakan ada hasil samping 6,59 juta ton bekatul.

Sampai saat ini pemanfaatan bekatul masih sangat terbatas, yaitu hanya sebagai pakan ternak. Padahal, laporan penelitian menyebutkan bahwa bekatul mengandung komponen bioaktif pangan yang bermanfaat bagi kesehatan sehingga bekatul sangat berpotensi untuk dikembangkan menjadi pangan fungsional yang bernilai gizi dan menyehatkan.

2.5.1. Kandungan dan manfaat dari bekatul

Komposisi kimia bekatul sangat bervariasi, tergantung kepada faktor agronomis padi, termasuk varietas padi, dan proses penggilingannya. Bekatul kaya akan vitamin B kompleks (B1, B2, B3, B5, dan B6), vitamin E (tocopherols dan tocotrienols), carotenoids, asam lemak esensial, dietary fiber, asam amino, g-oryzanol, polyphenols, mineral, dan phytosterols. Komponen-komponen bioaktif bekatul banyak terdapat pada pada bagian seed coat dan aleurone layer.

Manfaat bekatul di antaranya adalah menurunkan secara nyata kadar kolesterol darah, yaitu low density lipo-protein (LDL) cholesterol dan very low density lipo-prortein (VLDL) cholesterol, serta dapat meningkatkan kadar high density lipo-protein (HDL) pada kolesterol darah. Kemampuan bekatul dalam menurunkan kadar kolesterol disebabkan adanya kandungan g-oryzanol dan kandungan asam lemak tidak jenuh.

Manfaat lain dari bekatul adalah kemampuannya untuk menurunkan tekanan darah dan meningkatkan metabolisme glukosa yang dibuktikan dengan menggunakan hewan percobaan, yang disebut stroke-prone spontaneously hypertensive rats (SHRSP), yaitu spesies tikus yang secara genetik mengalami hipertensi dan hiperlipidemia. Mekanisme penurunan tekanan darah melalui penghambatan kerja enzim angiotensin I-converting enzyme (ACE), yaitu suatu enzim yang bertanggung jawab terhadap peningkatan tekanan darah.

Di beberapa negara maju, khususnya di Jepang dan Amerika Serikat, kandungan asam amino yang terdapat pada bekatul telah ditambahkan ke dalam produk-produk kecantikan. Produk-produk tersebut antara lain sabun mandi, pelembab dan pembersih kulit, serta pelembab muka. Tujuan penggunannya adalah untuk menjaga dan meningkatkan kesehatan kulit. Kandungan asam amino yang terdapat pada bekatul diketahui sangat sesuai untuk memberikan efek perlindungan kulit. Bekatul juga mengandung asam ferulat (ferulic acid), yang telah diketahui secara luas sebagai antioksidan dan bahan fotoprotektif. Asam ferulat akan melindungi asam lemak melawan kerusakan oksidasi yang disebabkan oleh berbagai jenis polutan, peroksida, dan radikal bebas yang dibentuk selama proses metabolisme tubuh.

2.5.2. Cara penyimpanan bekatul

Penyimpanan bekatul yang awet memegang peranan penting agar bekatul tidak mudah rusak setelah proses stabilisasi. Kerusakan bekatul kemungkinan disebabkan oleh ketengikan akibat terjadinya oksidasi atau hidrolisis kandungan lemak yang terdapat pada bekatul. Dengan kandungan air berkisar antara 6-7 persen, bekatul sebaiknya disimpan dalam tempat yang dingin dan kering sehingga tidak mudah ditumbuhi oleh mikoorganisme perusak. Bekatul dapat disimpan dalam kemasan plastik (contohnya polyethylene atau PE) agar memberi perlindungan terhadap terjadinya pencemaran, kerusakan fisik, dan dapat menahan perpindahan gas dan uap air.

2.5.3. Cara mengonsumsi bekatul

Tepung bekatul dapat digunakan sebagai bahan subtitusi roti, cookies, minuman berserat, dan sereal sarapan. Untuk dijadikan sebagai penganan, bekatul dapat dicampur dengan bahan lain pada pembuatan biskuit, kue, dan sereal.　Substitusi 10-15 persen bekatul ke dalam tepung terigu dapat memberikan hasil yang optimal penerimaan konsumen pada produk kue kering dan roti manis.　Substitusi tepung bekatul awet sebanyak 20 persen juga telah diaplikasikan pada produk breakfast rice bran cereal.

Pemanfaatan bekatul menjadi produk minyak bekatul (rice bran oil atau RBO) telah lama dilakukan di beberapa negara maju, khususnya di Jepang dan Amerika Serikat. RBO merupakan salah satu minyak yang telah dijual di masyarakat umum. RBO terutama digunakan sebagai bahan baku produk (makanan rigan), margarin, dan mayones.

**2.6 Program Linier**

Program linier adalah salah satu cara untuk menyelesaikan pengalokasian sumber-sumber yang terbatas diantara beberapa aktivitas yang bersaing. Persoalan pengalokasian ini muncul apabila seseorang harus memilih aktivitas-aktivitas tertentu yang bersaing dalam penggunaan sumber daya terbatas. Sifat ”linier” memberikan arti bahwa seluruh fungsi matematis dalam model ini merupakan fungsi-fungsi linier, sedangkan kata ”programa” bukanlah berhubungan dengan program komputer tapi hanya merupakan sinonim untuk ”perencanaan”. Jadi programa linier adalah merencanakan aktivitas-aktivitas untuk memperoleh suatu hasil yang optimum yaitu suatu hasil yang mencapai tujuan terbaik berdasarkan model matematisnya diantara seluruh alternatif yang fisibel (Taha, 1996).

Program linier adalah salah satu teknik analisa kuantitatif dari kelompok teknik riset operasional yang menggunakan model matematika. Tujuannya adalah untuk mencari, memilih, dan menentukan alternatif terbaik diantara sekian alternatif layak yang tersedia. Selain itu persoalan program linier merupakan suatu persoalan untuk menentukan besarnya masing-masing variabel, sehingga nilai fungsi tujuan atau objektif (*objective function*) yang linier menjadi optimum dengan memperhatikan pembatasan-pembatasan ini harus dinyatakan dalam ketidaksamaan yang linier (*Linier inequenalities*) (Hardley, 1972).

Dalam model program linier dikenal dua macam fungsi yaitu tujuan dan fungsi kendala. Fungsi tujuan adalah fungsi yang menggambarkan tujuan di dalam permasalahan yang berkaitan dengan pengaturan secara optimal sumber-sumber daya untuk memperoleh keuntungan, manfaat, dan kebaikan yang ingin dimaksimumkan atau diminimumkan dari segi biaya, kerugian dan sebagainya. Sedangkan fungsi kendala merupakan bentuk penyajian secara matematis dimana batasan kapasitas yang akan terjadi dialokasikan secara optimal ke dalam berbagai berbagai kegiatan yang dilakukan (Supranto, 1983).

Program linier dapat digunakan untuk mengoptimumkan persoalan-persoalan apabila memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Fungsi tujuan dapat didefinisikan dengan jelas,
2. Adanya alternatif atau keputusan yang terdefinisi dengan jelas,
3. Fungsi tujuan dan fungsi pembatas harus dalam bentuk matematika yang bersifat linier,
4. Variabel yang satu dengan variabel yang lain harus saling berhubungan secara linier dan tidak negatif,
5. Sumber-sumber harus dalam kondisi terbatas dan dapat digambarkan dalam fungsi linier (Supranto, 1983).

2.6.1. Bentuk Umum Program Linier

Secara umum, persoalan program linier dapat dideskripsikan sebagai berikut: “terdapat m buah persamaan atau pertidaksamaan linier yang terdiri dari   
masing-masing r buah variabel, persoalannya adalah menentukan kombinasi dari r buah variabel non negatif agar didapat fungsi tujuan yang optimum dan memenuhi batasan yang telah ditentukan oleh m buah persamaan atau pertidaksamaan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa persoalan program linier dapat dinyatakan dengan sejumlah penamaan atau pertidaksamaan linier” (Hardley, 1972).

Menurut Gass (1985) bentuk umum program linier, yaitu C1X1 +C2X2 + C3X3 + ............................................. + CnXn untuk bentuk linier dari fungsi pembatas, yaitu :

a11X1 + a12X2 + a13X3 + ... + a1nXn {≥,=, ≤} b1

a21X1 + a22X2 + a23X3 + ... + a2nXn {≥,=, ≤} b1

amjXj + amjXj + amjXj + ... + amnXn {≥,=, ≤} bm

dimana untuk stiap fungsi pembatas hanya diperbolehkan menggunakan salah satu tanda antara ≥, =, ≤ dan nilai untuk variabel Xj ≥ 0, j = 1,2, ..., n. Sedangkan bentuk linier dari fungsi tujuan (maksimasi atau minimasi), yaitu :

Z = C1X1 + C2X2 +...+CnXn

**III BAHAN ALAT DAN METODE PENELITIAN**

Bab ini membahas mengenai : (1) Bahan – bahan dan Alat-alat Penelitian, (2) Metode Penelitian, (3) Deskripsi Percobaan.

**3.1. Bahan-bahan Dan Alat-alat Penelitian**

3.1.1 Bahan – bahan yang digunakan

Bahan baku utama yang digunakan dalam penlitian ini adalah ampas tahu, ampas kecap, bekatul, dan tepung moccaf.

Bahan-bahan yang digunakan dalam analisa kimia adalah garam kjedahl, batu didih, H2SO4 pekat, NaOH 30%, Na2S2O3, granul Zn, indikator pp, kertas manila hitam, Natrium Hidroksida, Kalium, tiamin hidroklorida, air bebas CO2, Indikator Brom Timol Biru, Larutan Riboflavin, Asam Asetat Glacial, Natrium Asetat, ekstrak methanol, Heptana, KOH jenuh, dan Dietel eter,

3.1.2. Alat – alat yang digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat timbangan kasar, *tunnel dryer*, *blender* *dry mill*, ayakan 40-80 mesh, oven, otoklaf, baskom, dan loyang.

Alat-alat yang digunakan dalam analisis kimia adalah kaca arloji, cawan penguapan, labu Erlenmeyer 250 ml, burret, labu ukur 100 ml, kertas saring, tabung raeksi corong, pipet volumetric, spektorfotometer-uv, magnetic stirrer, alumunium foil, timbangan analitik, dan tabung sentrifugasi

**3.2. Metode Penelitian**

3.2.1. Penelitian Pendahuluan

Pada penelitian pendahuluan dilakukan pembuatan tepung ampas tahu, tepung ampas kecap, tepung bekatul, dan tepung moccaf yang dilanjutkan dengan analisis kadar protein, kadar air, kadar abu, dan serat. Hasil analisis tersebut digunakan sebagai nilai koefisien dari masing-masing variabel.

3.2.2. Penelitian Utama

Pada penelitian utama adalah pembuatan tepung komposit, kemudian penetuan formula-formula fisibel dan harga dengan menggunakan program linier. Formula-formula yang fisibel, dipilih satu formula terbaik, dengan menggunakan uji deskriptif terhadap warna dan tekstur tepung komposit oleh panelis yang berjumlah 15 orang.

Formula-formula yang fisibel dilakukan analisis kadar protein, kadar air, kadar abu, dan serat . Analisis ini bertujuan untuk melihat kandungan komposisi kimia pada masing-masing formula untuk membandingkan mana yang lebih tinggi kandungan proteinnya. Formula yang memiliki kandungan protein tertinggi dipilih sebagai formula terbaik.

Formula terbaik yang telah dipilih selanjutnya akan dilakukan analisis kandungan vitamin B1, Vitamin B2, dan Karotenoid Total untuk mengetahui seberapa besar kandungan gizi yang terdapat dalam tepung komposit.

Tabel 9. Model Variabel Komposisi Kimia Bahan Baku Tepung komposit dari tepung moccaf, tepung ampas tahu, tepung ampas kecap, dan tepung bekatul

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Bahan Baku (Xn)** | **Kandungan Gizi (an) (%)** | | | | **Biaya (Cn) (Rp/g)** |
| **Protein (a1)** | **Air**  **(a2)** | **Abu**  **(a3)** | **Serat (a4)** |
| Tepung Moccaf (X1) | a11 | a21 | a31 | a41 | c1 |
| Ampas Tahu(X2) | a12 | a22 | a32 | a42 | c2 |
| Ampas Kecap (X3) | a13 | a23 | a33 | a43 | c3 |
| Bekatul (X4) | a14 | a24 | a34 | a44 | c4 |

Komposisi minimal masing-masing bahan dalam tepung komposit tersebut adalah X1% tepung moccaf, X2% ampas tahu, X3% ampas kecap, dan bekatul X4%.

Komposisi tepung komposit yang sesuai standar adalah sebagai berikut :

1. Protein : Minimal b1%
2. Air : Maksimal b2%
3. Abu : Maksimal b3%
4. Serat : Maksimal b4%

Tahap-tahap optimalisasi formula tepung komposit substitusi dengan tepung ampas tahu, tepung ampas kecap, tepung bekatul, dan tepung moccaf dengan program linier adalah sebagai berikut :

1. Menentukan fungsi tujuan

Menentukan jumlah (dalam gram) masing-masing bahan untuk tepung komposit.

1. Variabel keputusan

X1 : Tepung Moccaf

X2 : Ampas Tahu

X3 : Ampas Kecap

X4 : Bekatul

1. Model Program Linier

Fungsi Tujuan : Minimal C = c1X1 + c2X2 + c3X3 + c4X4

Fungsi kendala yang didasarkan interaksi (aij Xij) antara jenis bahan baku (X1, X2, X3, dan X4) dengan komposisi bahan baku (a1, a2, a3, dan a4 ) minimumkan dan maksimumkan, dimana :

aij = komposisi tepung komposit ke-I yang dikandung oleh 1 unit bahan baku ke-j (i:1, 2, 3, dan 4).

bi = jumlah maksimum atau minimum bahan baku ke-i yang diperlukan untuk membuat tepung komposit.

Xj = banyaknya bahan baku tepung komposit ke-j yang digunakan dalam pembuatan tepung komposit.

Cj = biaya per unit bahan baku tepung komposit ke-j

Y = jumlah (g) tepung komposit yang akan dibuat.

1. Pembatas Kadar Protein Minimal b1%

a11X1 + a21X2 + a31X3 + a41X4 ≥ b1 (X1 + X2 + X3 + X4)

(a11 – b1) X1 + (a21 – b1) X2 + (a31 – b1)X3 + (a41 – b1) X4 ≥ 0

1. Pembatas Kadar Air Maksimal b2%

a12X1 + a22X2 + a32X3 + a42X4 ≤ b2 (X1 + X2 + X3 + X4)

(a12 – b2) X1 + (a22 – b2) X2 + (a32 – b2)X3 + (a42 – b2) X4 ≤ 0

1. Pembatas Kadar Abu Maksimal b3%

a13X1 + a23X2 + a33X3 + a43X4 ≤ b3 (X1 + X2 + X3 + X4)

(a13 – b3) X1 + (a23 – b3) X2 + (a33 – b3)X3 + (a43 – b3) X4 ≤ 0

1. Pembatas Kadar Serat Minimal b4%

a14X1 + a24X2 + a34X3 + a44X4 ≤ b3 (X1 + X2 + X3 + X4)

(a14 – b4) X1 + (a24 – b4) X2 + (a34 – b4)X3 + (a44 – b4) X4 ≤ 0

1. Pembatas Presentase Minimal Tepung Moccaf (X1%)

X1 ≥ X1% x ‘Y’ g

X1 ≥ Y1

1. Pembatas Presentase Minimal Ampas Tahu (X2%)

X2 ≥ X2% x ‘Y’ g

X2 ≥ Y2

1. Pembatas Presentase Minimal Ampas Kecap (X3%)

X3 ≥ X3% x ‘Y’ g

X3 ≥ Y3

1. Pembatas Presentase Minimal Bekatul

X4 ≥ X4% x ‘Y’ g

X4 ≥ Y4

1. Pembatas Kebutuhan Pembuatan Tepung Komposit sebanyak ‘Y’ g

X1 + X2 + X3 + X4 = ‘Y’ g

1. Pembatas Non Negatif

X1 , X2 , X3 , X4 ≥ 0

1. Rancangan Respon
2. Respon Kimia
3. Kadar Protein Metode Kjedahl (AOAC, 1995)
4. Kadar Air Metode Gravimetri (Sudarmadji dkk., 1997)
5. Kadar Abu Metode Gravimetri (Sudarmadji dkk., 1997)
6. Kadar Serat Metode Gravimetri (AOAC, 1999)
7. Kadar Vitamin B1 Metode Alkalimetri (AOAC, 1999)
8. Kadar Vitamin B2 Metode Spektrometri (AOAC, 1999)
9. Kadar Karotenoid Total Metode Spektrometri (AOAC, 1988)
10. Respon Organoleptik

Respon Organoleptik yang digunakan adalah uji deskriptif terhadap warna, tekstur, dan aroma dengan jumlah panelis sebanyak ±50 orang.

1. Respon Fisik
2. Daya Serap Air /Rehidrasi (Kadan dkk., 2003)
3. Derajat Putih (Balai Penelitian Padi, 1999)
4. Baking Expansion (Demiate, dkk., 2000)

**3.3. Deskripsi Percobaan**

Proses pembuatan tepung komposit dibagi ke dalam dua tahap. Tahap pertama yaitu pembuatan tepung ampas tahu, tepung ampas kecap, tepung bekatul, dan tepung moccaf.

3.3.1. Deskripsi Penelitian Pendahuluan

1. Pembuatan Tepung Moccaf

Proses pembuatan tepung moccaf dilakukan dengan melakukan modifikasi dari cara yang digunakan Puji, (2010) : Kulit singkong dilakukan sortasi, lalu dilakukan pencucian, dan dilakukan perendaman dengan air ditambahkan dengan starter (koji) sebanyak 5% selama 48 jam, setalah itu dilakukan pencucian sebanyak 2 kali, lalu dilakukan pengeringan pada suhu 60OC selama 12 jam, lalu dilakukan penggilingan dan pengayakan 80 mesh.

2. Pembuatan Tepung Ampas Tahu

Proses pembuatan tepung ampas tahu dilakukan dengan melakukan modifikasi dari cara yang digunakan Rahmawati,(2013) : Pada proses pembuatan tepung ampas tahu ini dibutuhkan ampas tahu yang masih baru, tahap – tahap pembuatan tepung ampas tahu dengan cara Ampas tahu basah diperas menggunakan kain agar mengurangi kandungan air pada ampas tahu, dikukus ampas tahu yang sudah di peras selama 15 menit, dikeringkan dengan alat pengering (*tunnel dryer*) dengan suhu 60-70oC selama 12 jam, dilakukan penggilingan menggunakan blender, diayak menggunakan 60 mesh dan hasil akhirnya menjadi tepung ampas tahu dengan aroma khas tepung ampas tahu.

3. Pembuatan Tepung Ampas Kecap

Proses pembuatan tepung ampas kecap dilakukan dengan melakukan modifikasi dari cara yang digunakan Fitria Nanik, (2013): ampas kecap basah direndam dalam air dingin suhu 25oC selama 48 jam dengan perbandingan 1 kg ampas kecap : 2 liter air, lalu dilakukan pencucian dengan air mengalir dan dilakukan penirisan. Setelah itu dilakukan pengeringan 60-70oC selama 12 jam dan dilakukan penggilingan serta pengayakan 80 mesh.

4. Pembuatan Tepung Bekatul

Proses pembuatan tepung bekatul dilakukan dengan melakukan modifikasi dari cara yang digunakan Damayanthi, 2006 : pengayakan bekatul segar, lalu bekatul dioven pada suhu 105oC selama 1 jam diayak pada ukuran 80 mesh.

3.3.2. Deskripsi Penelitian Utama

1. Pengayakan dan Pencampuran

Tepung mocaf, Tepung ampas tahu, tepung ampas kecap, dan tepung bekatul yang dihasilkan dari penelitian pendahuluan dan dilakukan analisis kandungan kimianya diayak dengan menggunakan ayakan 80 mesh untuk memperoleh partikel yang seragam. Setelah itu masing-masing tepung dicampurkan yang formulanya diperoleh dari hasil aplikasi program linier.

Penirisan

Pengeringan T = 60oC

t = 12 jam

Penggilingan

Pengayakan 80 mesh

Pencucian 2 kali

Perendaman dengan air (fermentasi) + Starter 5%

t = 48 jam

Pengirisan ketebalan 1-2 mm

Pencucian

Analisis Kadar Protein, Kadar Air, Kadar Abu, dan Kadar Serat

Gambar 7. Diagram Alir Pada Penelitian Pendahuluan Pembuatan Tepung Mocaf (Puji, 2010)

Pengeringan suhu 600C – 700C

Penggilingan

Pengayakan, lolos 80 mesh

Analisis Kadar Protein, Kadar Air, Kadar Abu, dan Kadar Serat

Gambar 8. Diagram Alir Pada Penelitian Pendahuluan Pembuatan Tepung Ampas Tahu (Rahmawati, 2013)

Perendaman dengan air T=25oC t= 48 jam (1 kg ampas kecap : 2 liter air)

Pencucian

Penirisan

Pengeringan T = 60-70oC, t= 12 jam

Penggilingan

Pengayakan 80 mesh

Analisis Kadar Protein, Kadar Air, Kadar Abu, dan Kadar Serat

Gambar 9. Diagram Alir Pada Penelitian Pendahuluan Pembuatan Tepung Ampas Kecap (Nanik, 2013)

Analisis Kadar Protein, Kadar Air, Kadar Abu, dan Kadar Serat

Pengayakan

Pengeringan T=105oC, t= 1 jam

Pengayakan 80 Mesh

Gambar 10. Diagram Alir Pada Penelitian Pendahuluan Pembuatan Tepung Bekatul (Damayanthi, 2006)

Pengayakan

80 Mesh

Pengayakan

80 Mesh

Pengayakan

80 Mesh

Pengayakan

80 Mesh

Pencampuran Tepung

Pengayakan

80 Mesh

Uji Organoleptik, Uji Daya Serap Air, Derajat Putih, Uji Baking Expansion

Analisis Kadar Protein, Kadar Air, Kadar Abu, dan Kadar Serat

Analisis Vitamin B1, Vitamin B2, dan Karotenoid Total

Gambar 11. Diagram Alir Pada Penelitian Utama Pembuatan Tepung Komposit

**IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

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

**4.1. Penelitian Pendahuluan**

4.1.1. Analisis Kimia Bahan Baku

Analisis bahan baku dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia tepung Moccaf, tepung Ampas Tahu, tepung Ampas Kecap, dan tepung Bekatul yang dijadikan sebagai bahan baku utama dalam pembuatan Tepung Komposit. Hasil analisis komponen kimia yang diperoleh digunakan sebagai data *input* variabel perubah dalam pemrograman linier sehingga diharapkan data *output* yang dihasilkan adalah formulasi yang benar-benar optimal dari segi kandungan gizinya, yaitu kadar protein, air, abu, dan serat. *Output* data ini kemudian dijadikan sebagai formulasi optimal Tepung Komposit. Hasil analisis bahan baku tepung Moccaf, tepung Ampas Tahu, tepung Ampas Kecap, dan Tepung Bekatul dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Analisis Tepung Moccaf, Tepung Ampas Tahu, Tepung Ampas Kecap, dan Tepung Bekatul

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Jenis Tepung** | **Hasil Analisis** | | | |
| Protein (%) | Air(%) | Abu (%) | Serat (%) |
| Tepung Moccaf | 1.26 | 6 | 3 | 14 |
| Tepung Ampas Tahu | 19.78 | 5.5 | 4 | 21 |
| Tepung Ampas Kecap | 27.74 | 3 | 2 | 21 |
| Tepung Bekatul | 6.30 | 7.5 | 13 | 17 |

Data Tabel 10 menunjukkan bahwa perbedaan jenis tepung mempengaruhi nilai pada kadar protein, kadar air, kadar abu, dan kadar serat kasar. Tepung Moccaf, tepung Ampas Tahu, tepung Ampas Kecap, dan tepung bekatul memiliki kandungan protein dan serat yang baik. Tepung-tepung ini baik digunakan sebagai tepung subtitusi atau tepung komposit untuk pembuatan produk, sehingga dapat dihasilkan produk yang lebih beraneka ragam dan dapat mengurangi penggunaan tepung terigu.

Proses pengeringan bahan-bahan tersebut di atas menggunakan medium udara kering yang panas dihembuskan pada permukaan bahan dan terjadi penguapan air dari dalam bahan ke udara kering. Penguapan air dari bahan ke udara kering yang panas terjadi karena adanya perbedaan kelembaban relatif antara udara kering pada permukaan bahan yang dikeringkan menyebabkan adanya *driving force* atau perbedaan tekanan uap air dalam bahan dengan tekanan uap air udara kering, keadaan ini menyebabkan terjadinya penguapan air dari dalam bahan ke udara kering. Proses pengeringan bahan dengan cara menghembuskan aliran udara yang terus menerus menyebabkan sirkulasi udara kering yang mengalir pada permukaan bahan semakin baik mengakibatkan air yang teruapkan dari dalam bahan makin banyak. Desroiser, dkk., (1977) dan Wills, dkk., (1991) menjelaskan bahwa pengeringan suatu bahan dengan menghembuskan udara kering yang panas mengakibatkan laju penguapan air dari bahan yang dikeringkan akan meningkatkan.

Peristiwa penguapan air dari dalam bahan yang dikeringkan terjadi diawali dengan makin menipisnya lapisan udara pembatas antara permukaan bahan yang dikeringkan dengan udara lingkungannya, akibat adanya hembusan udara kering yang panas. Hembusan udara kering yang panas diberikan terus menerus selama pengeringan mengakibatkan terjadinya peningkatan perbedaan tekana uap pada bagian dekan permukaan bahan dengan tekanan uap air di udara kering sehingga air pada permukaan bahan akan menguap menyebabkan konsentrasi air pada permukaan bahan lebih rendah daripada konsentrasi air dalam bahan. Perbedaan konsentrasi air ini menyebabkan air dari dalam bahan akan berdifusi ke permukaan bahan dan terjadi penguapan air. Keadaan ini terjadi sampai dicapai kesetimbangan antara kandungan air yang ada di dalam bahan dengan kandungan air yang ada di udara kering dan penguapan air dari dalam bahan ke udara kering menjadi menurun.

Protein merupakan suatu zat makanan yang penting bagi tubuh karena zat ini disamping berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh juga berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur (Winarno, 1997). Berdasarkan hasil analisis diperoleh kadar protein pada Tepung Moccaf kulit singkong adalah sebesar 1.26% sedangkan menurut Codex Stan 176-1989 dalam Subagyo 2007 menyatakan kandungan protein dalam tepung moccaf daging singkong maksimal 1,0 % . Kandungan protein yang sedikit lebih tinggi dari tepung moccaf yang terbuat dari daging singkong karena menurut Rukaman 1997 kandungan protein dalam 100 gr kulit singkong adalah 8.11 gr sedangkan dalam 100 gr daging singkong kandungan protein hanya 1 gr (Mahmud, dkk 2009), sehingga dapat disimpulkan kandungan protein kulit singkong lebih tinggi dari kandungan protein daging singkong, diduga hal ini sangat berpengaruh terhadap kandungan protein tepung moccaf yang dihasilkan.

Turyoni (2005), menyatakan bahwa kandungan karbohidrat kulit singkong segar blender adalah 4,55%, sehingga memungkinkan digunakan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme dalam proses fermentasi. Selain itu kulit singkong juga mengandung tannin, enzim peroksida, glikosa, kalsium oksalat, serat, dan HCN (Arifin, 2005).

Kandungan HCN dalam kulit singkong dapat dikurangi melalui beberapa perlakuan antara lain perendaman, perebusan, dan fermentasi. Proses fermentasi dapat menurunkan kandungan HCN dan meningkatkan kandungan energi, protein, serat kasar, serta meningkatkan daya cerna bahan makanan berkualitas rendah (Turyoni, 2005). Mikroba yang digunakan dalam proses fermentasi dapat menghasilkan enzim yang akan mendegradasi senyawa-senyawa kompleks menjadi lebih sederhana dan mensintesis protein yang merupakan proses pengkayaan protein bahan (protein enrichment). Protein mikroba ini lazim disebut Protein Sel Tunggal (PST) (Darmawan, 2006).

Berdasarkan hasil analisis diperoleh kadar protein pada tepung ampas tahu adalah sebesar 19.78% sedangkan menurut penelitian di Laboratorium Ka Balai Penelitian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Unika, 2013 adalah sebesar 17.72 %. Kandungan Protein Tepung Ampas Tahu lebih tinggi disebabkan proses pengolahan pada tepung ampas tahu tidak terlalu banyak diperas pada saat masih basah, ketika ampas tahu segar didapatkan langsung dilakukan pengukusan untuk mengurangi kadar air dan dilakukan pengeringan sehingga kandungan protein masih tinggi dan tergolong baik.

Berdasarkan hasil analisis diperoleh kadar protein pada tepung ampas kecap adalah sebesar 27.74% sedangkan menurut Minarti 1992 kandungan protein tepung ampas kecap sebesar 26.79. Hasil yang didapat tidak terlalu jauh berbeda karena proses pembuatan tepung ampas kecap dilakukan dengan proses yang sama dengan perendaman pada air suhu ruang tidak pada air panas yang dapat merusak protein. Perendaman bertujuan untuk menghilangkan kadar NaCl yang tinggi pada ampas kecap basah.

Ampas kecap mempunyai kandungan nutrisi yang cukup tinggi terutama protein, karena dalam proses pembuatan kecap hanya sebagian kecil protein kedelai yang dimanfaatkan dan larut dalam kecap, sedangkan sisanya tertinggal dalam ampas kecap (Mulyonokusumo, 1974).

Berdasarkan hasil analisis kandungan protein pada tepung bekatul adalah sebesar 6.30% sedangkan menurut Miyati, 2009 kandungan protein bekatul adalah 11-13%. Kandungan protein yang relatif lebih rendah diduga karena proses pengeringan menggunakan oven pada suhu 1050C selama 1 jam mempengaruhi rendahnya kandungan protein. Damayanti (2004) menyatakan bahwa protein sangat peka terhadap panas dan akan mengalami perubahan struktur kimia (denaturasi) akibat adanya pemanasan. Winarno (1995), menambahkan pemanasan yang tinggi akan menyebabkan terjadinya degradasi pada molekul-molekul protein. Hasil degradasi tersebut banyak menghasilkan turunan protein yang larut dalam air.

Air merupakan komponen utama dalam bahan makanan yang sangat mempengaruhi tekstur, rupa maupun cita rasa dalam makanan. Daya tahan bahan hasil olahan juga sangat berkaitan dengan kandungan air karena hal tersebut sangat mempengaruhi perkembangbiakan mikroorganisme dalam produk olahan (Winarno, 1997) dalam (Maulida, 2005). Berdasarkan hasil analisis kadar air pada Tepung Moccaf sebesar 6%, Tepung Ampas Tahu 5.5%, Tepung Ampas Kecap 3%, dan Tepung Bekatul 7.5%. Pada penelitian Codex Stan 176-1989 dalam Subagyo, 2007 menyatakan kadar air maksimal pada tepung moccaf adalah 13% sehingga dapat disimpulkan tepung moccaf kulit singkong berada dalam batasan.

Pada penelitian di Laboratorium Ka Balai Penelitian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Unika, 2013 menyatakan bahwa kadar air tepung ampas tahu adalah sebesar 9.84% , hasil yang didapatkan lebih kecil diduga karena pengolahan tepung ampas tahu dilakukan pengeringan yang cukup lama yaitu 12 jam dalam suhu 60-700C sehingga mempengaruhi kadar air dari tepung ampas tahu.

Menurut Cahyadi (2000), menyatakan bahwa kandungan air pada tepung ampas kecap adalah 52.98%, sedangkan pada hasil penelitian ini kadar air hanya 3% ini diduga karena proses pengeringan yang dilakukan pada pembuatan tepung ampas kecap yang dilakukan cukup lama yaitu 12 jam dan dengan suhu 60-700C.

Abu merupakan salah satu komponen dalam bahan makanan. Komponen ini terdiri dari mineral-mineral seperti kalium, fosfor, natrium, magnesium, kalsium, besi, mangan, dan tembaga (Winarno, 1995). Mineral merupakan salah satu zat gizi esensial yang dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah kecil.

Berdasarkan hasil analisis kadar abu pada Tepung Moccaf sebesar 3%, Tepung Ampas Tahu 4%, dan pada Tepung Ampas Kecap sebesar 2%, Sedangkan pada Tepung Bekatul relatif paling tinggi dibanding tepung yang lain adalah sebesar 13%.

Kandungan abu yang relatif rendah pada Tepung Moccaf, Tepung Ampas Tahu, Tepung Ampas Kecap, dan Tepung Bekatul diduga karena kandungan gizi non mineral pada tepung-tepung tersebut yang cukup tinggi, sehingga mengakibatkan kandungan kadar abu pada tepung-tepung pada penelitian ini rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nabil (2005), bahwa semakin rendah komponen non mineral yang terkandung dalam bahan akan semakin menurunkan persen abu relatif terhadap bahan.

Menurut Sudarmadji dkk. (1997), kadar abu tergantung pada jenis bahan, cara pengabuan, waktu dan suhu yang digunakan saat pengeringan. Disamping itu, Muchtadi (1997) juga menyatakan bahwa proporsi kadar abu dalam suatu bahan pangan dipengaruhi oleh spesies, keadaan unsur hara tanah, kematangan tanaman, iklim, daerah tempat tumbuh, dan perlakukan penanaman.

Berdasarkan hasil analisis kadar serat pada Tepung Moccaf sebesar 14%, Tepung Ampas Tahu 21%, Tepung Ampas Kecap 21%, dan Tepung Bekatul 17%. Hasil kadar serat pada tepung-tepung tersebut relatif tinggi dari bahan bakunya, hal ini disebabkan salah satu komponen yang terdapat di dalam bahan yaitu air berkurang mengakibatkan kadar serat tepung meningkat.

Pengeringan mempunyai pengaruh pada zat gizi, karena panas dapat menyebabkan degradasi pada zat gizi tersebut terutama adanya pemberian panas. Menurut Yunia (2000), kerusakan zat gizi dalam bahan makanan yang dikeringkan erat kaitannya dengan suhu dan lama pengeringan. Semakin meningkatnya waktu dan suhu pengeringan maka akan meningkatnya susut zat gizi.

4.1.2. Penentuan Rendemen Tepung Moccaf, Tepung Ampas Tahu, Tepung Ampas Kecap, dan Tepung Bekatul

Pada saat proses pembuatan tepung moccaf diperoleh tepung dengan berat 2096 gram dari 6247 gram kulit singkong, sehingga rendemen tepung moccaf didapat sebesar 33.55%. Harga kulit singkong yaitu Rp. 2.000,-/kg setelah dihitung tepung moccaf memiliki harga sebesar Rp. 5.96,-/gram.

Pada saat proses pembuatan tepung Ampas Tahu diperoleh tepung dengan berat 280 gram dari 2500 gram ampas tahu, sehingga rendemen tepung Ampas Tahu didapat sebesar 11.2%. Harga ampas tahu yaitu Rp. 1.000,-/kg setelah dihitung tepung moccaf memiliki harga sebesar Rp. 8.93,-/gram.

Pada saat proses pembuatan tepung ampas kecap diperoleh tepung dengan berat 175 gram dari 2000 gram kulit singkong, sehingga rendemen tepung moccaf didapat sebesar 8.75%. Harga ampas kecap cukup tinggi yaitu Rp. 10.000,-/kg setelah dihitung tepung ampas kecap memiliki harga sebesar Rp. 114.29,-/gram.

Pada saat proses pembuatan tepung bekatul diperoleh tepung dengan berat 1853 gram dari 5000 gram bekatul kasar, sehingga rendemen tepung bekatul didapat sebesar 37.06%. Harga bekatul yaitu Rp. 6.000,-/kg setelah dihitung tepung bekatul memiliki harga sebesar Rp. 16.19,-/gram.

**4.2. Penelitian Utama**

4.2.1. Penentuan Formulasi Tepung Komposit

Penentuan formulasi bahan baku dalam pembuatan tepung komposit campuran dari Tepung Moccaf, Tepung Ampas Tahu, Tepung Ampas Kecap, dan Tepung Bekatul dilakukan dengan program linier, dimana setiap formulasinya dibatasi oleh faktor pembatas kandungan gizi produk yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 3751:2009 mengenai Tepung Terigu sebagai acuan Tepung Komposit, sehingga fungsi tujuan berupa minimasi harga dapat tercapai dengan kandungan gizi standar.

Pembatas bahan baku terdiri hanya pembatas bahan baku berubah yaitu Tepung Moccaf, Tepung Ampas Tahu, Tepung Ampas Kecap, dan Tepung Bekatul. Tiga formula awal yang dipilih dari ratusan formulais yang telah dimasukkan ke dalam program linier dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 . Formula Awal Pembuatan Tepung Komposit

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Komponen Bahan** | **Formula I (gr)** | **Formula II (gr)** | **Formula III (gr)** |
| Tepung Moccaf | 189.18 | 155.87 | 100.31 |
| Tepung Ampas Tahu | 13.93 | 30.57 | 58.34 |
| Tepung Ampas Kecap | 43.88 | 60.57 | 88.34 |
| Tepung Bekatul | 3.00 | 3.00 | 3.00 |

Formulasi yang dihasilkan dari program linier merupakan formula optimal dengan kandungan nutrisi memenuhi acuan pembatas yang ditetapkan dengan harga terendah. Ketiga formula di atas akan dipilih satu formula yang paling layak (fisible) menurut program linier baik dari segi mutu maupun biaya. Dasar perhitungan yang digunakan adalah 250 gram tepung komposit untuk memudahkan intrepretasi model linier bagi penentuan fungsi tujuan. Hasil optimalisasi setiap formula tepung komposit berdasarkan harga per gram dalam program linier dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Optimalisasi Formula Tepung Komposit

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Formula** | **Bahan Baku** | **Jumlah** | | **Harga/gram (Rp)** | **Harga Total (Rp)** |
| **%** | **Gram** |
| I | Tepung Moccaf | 75.7 | 189.18 | 0.59 | 111.61 |
| Tepung Ampas Tahu | 5.6 | 13.93 | 0.89 | 12.39 |
| Tepung Ampas Kecap | 17.6 | 43.88 | 11.43 | 501.56 |
| Tepung Bekatul | 1.2 | 3.00 | 1.62 | 4.86 |
| Harga per 250 gram (Rp) | | | | | 630.43 |
| II | Tepung Moccaf | 62.3% | 155.87 | 0.59 | 91.96 |
| Tepung Ampas Tahu | 12.2% | 30.57 | 0.89 | 27.20 |
| Tepung Ampas Kecap | 24.2% | 60.57 | 11.43 | 692.27 |
| Tepung Bekatul | 1.2% | 3.00 | 1.62 | 4.86 |
| Harga per 250 gram (Rp) | | | | | 816.30 |
| III | Tepung Moccaf | 40.1% | 100.31 | 0.59 | 59.18 |
| Tepung Ampas Tahu | 23.3% | 58.34 | 0.89 | 51.93 |
| Tepung Ampas Kecap | 35.3% | 88.34 | 11.43 | 1009.77 |
| Tepung Bekatul | 1.2% | 3.00 | 1.62 | 4.86 |
| Harga per 250 gram (Rp) | | | | | 1125.74 |

Data pada tabel 12 menunjukkan bahwa Formula I terpilih dengan biaya produksi termurah yaitu Rp. 630.43.- dengan jumlah minimum presentase tepung Moccaf 75.7%, tepung Ampas Tahu 5.6%, tepung Ampas Kecap 17.6%, dan Tepung Bekatul 1.2%. Hal ini karena program linier akan selalu memilih bahan baku dengan harga termahal dengan jumlah minimum terkecil agar harga produksinya semakin murah, dalam hal ini bahan baku termahal tepung Ampas Kecap dan Tepung Bekatul, sebaliknya untuk bahan baku termurah, program linier akan semaksimal mungkin menggunakannya sebagai bahan baku terbanyak agar biaya produksinya semakin murah, dalam hal ini bahan baku termurah adalah Tepung Moccaf.

4.2.2. Uji Organoleptik

Formula Tepung Komposit yang dibuat dari ke-3 formula di atas, semuanya fisibel sesuai dengan acuan standar produk tepung yang telah ditetapkan. Untuk memilih satu formula terbaik, dilakukan uji deskripsi dengan jumlah panelis 15 orang. Respon uji deskripsi terhadap formula-formula tepung komposit meliputi warna dan tekstur. Hasil uji deskripsi terhadap tepung komposit dapat dilihat pada Tabel 13

Tabel 13. Nilai Rata-rata Uji Deskripsi Tepung Komposit

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Sampel | Nilai Rata-Rata Hasil Uji Organoleptik | | |
| Warna | Tekstur | Aroma Tepung |
| Formula I | 4.33 | 4.73 | 3.87 |
| Formula II | 4.4 | 4.8 | 4.13 |
| Formula III | 3.53 | 4.8 | 4.67 |
| Tepung Terigu | 6.33 | 6.4 | 6.33 |

Gambar 12 . Nilai Rata-Rata Uji Deskripsi Produk Tepung Komposit

Karakteristik produk akhir tepung komposit ini ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu proses yang diterapkan pada saat pengolahan, jenis bahan baku yang digunakan, dan formulasi komposisi bahan baku yang digunakan. Formulasi komposisi bahan baku yang digunakan akan sangat mempengaruhi karakteristik produk tepung komposit yang dihasilkan baik dari karakteristik inderawi produk ataupun kandungan gizi yang terdapat di dalam tepung komposit.

Berdasarkan grafik uji deskripsi diatas maka dapat disimpulkan bahwa produk Tepung Terigu memiliki nilai lebih pada atribut warna, tekstur dan aroma tepung dibandingkan dengan formula I, formula II, dan formula III. Formula I memiliki nilai paling rendah pada semua atribut dari Formula lainnya. Formula II memiliki nilai lebih pada atribut warna ,tekstur, dan aroma dibandingkan dengan produk formula I dan nilai lebih pada atribut warna dibandingkan formula III. Formula III memiliki nilai lebih pada atribut aroma dan tekstur dari formula I.

1. Warna Tepung

Warna merupakan salah satu parameter fisik suatu bahan pangan yang penting. Kesukaan konsumen terhadap produk pangan juga ditentukann oleh warna pangan tersebut. Warna suatu bahan pangan dipengaruhi oleh cahaya yang diserap dan dipantulkan dari bahan itu sendiri dan juga ditentukan oleh faktor dimensi yaitu warna produk, kecerahan, dan kejelasan warna produk (Rahayu, 2001).

Warna merupakan sifat sensori pertama yang dilihat langsung oleh panelis. Warna dalam bahan pangan mempunyai peranan yang sangat penting dalam penelitian makanan. Selain itu warna dapat memberikan petunjuk mengenai perubahan kimia dalam makanan, seperti pencoklatan dan pengkaramelan (Thalib, 2009).

Berdasarkan hasil organoleptik dengan menggunakan uji deskripsi, didapatkan bahwa warna tepung yang paling kuat adalah produk tepung terigu dengan nilai rata-rata 6.33 dan yang paling rendah warna tepung adalah produk formula III dengan nilai rata-rata 3.53.

Warna tepung yang dihasilkan antara produk Tepung Terigu dengan formulasi yang dihasilkan sangat berbeda jauh. Hal ini disebabkan karena pada produk Tepung Terigu hanya terbuat dari satu bahan baku yaitu Gandum dan sudah mengalami proses pemutihan (Bleaching), sedangkan produk Tepung Komposit berasal dari beberapa bahan yang dicampurkan dan murni berasal dari kulit singkong, ampas tahu, ampas kecap, dan bekatul murni yang dikeringkan kemudian ditepungkan.

Tepung Moccaf Kulit Singkong berwarna putih agak kecoklatan karena pengaruh dari browning enzimatis dari kulit singkong, sehingga warna dari Tepung Moccaf berwarna agak kecoklatan. Tepung Ampas Tahu berwarna putih karena berasal dari ampas tahu basah yang segar dan berwarna putih. Tepung ampas kecap berwarna kecoklatan karena berasal dari ampas kecap yang berwarna hitam kecoklatan. Warna Tepung dipengaruhi oleh komposis tepung ampas kecap yang relatif tinggi pada formulasi yang fisible, sehingga mempengaruhi warna dari keseluruhan Formulasi Tepung Komposit.

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat diketahui bahwa Formula II mempunyai nilai warna lebih karena komposisi tepung ampas kecap relatif rendah dan komposisi tepung moccaf dan tepung ampas tahu yang memiliki warna lebih putih memiliki komposisi yang relatif tinggi sehingga mempengaruhi warna dari tepung, sedangkan Formula III mempunyai nilai rata-rata yang lebih rendah dari formula yang lainnya karena kandungan tepung ampas kecap yang lebih banyak.

1. Tekstur

Tekstur merupakan suatu sifat bahan atau produk yang dapat dirasakan melalui sentuhan kulit ataupun pencicipan. Beberapa sifat tekstur dapat juga diperkirakan dengan menggunakan sebelah mata (berkedip) seperti kehalusan atau kekerasan dari permukaan bahan atau kekentalan cairan. Terdapat hubungan langsung antara susunan kimia makanan, struktur fisiknya, dan sifat fisiknya atau sifat mekaniknya (Kartika, dkk., 1988).

Tekstur tepung Komposit yang terbentuk antara produk Tepung Terigu dengan produk Tepung Komposit sedikit berbeda karena tepung komposit banyak mengandung serat yang berasal dari Tepung Moccaf, Tepung Ampas Tahu dan Tepung Bekatul, namun secara keseluruhan tekstur Tepung Komposit lembut seperti tepung.

Tekstur Tepung dari Formula II dan Formula Tidak Berbeda karena bertekstur paling lembut , sedangkan Formula I nilai rata-ratanya sedikit lebih rendah dari Formula yang lainnya, karena komposisi Tepung Moccaf paling banyak sehingga mempengaruhi tekstur dari Tepung Komposit Formula I.

1. Aroma  
    Aroma merupakan salah satu faktor yang penting dalam menentukan mutu suatu bahan pangan. Bau atau aroma makanan banyak menentukan kelezatan dan mutu dari suatu bahan makanan. Dalam hal bau lebih bayak sangkut pautnya dengan penciuman. Manusia mampu mendeteksi dan mebedakan sekitar enam belas juta jenis bau. Meskipun demikian inderapenciuman manusia masih dianggap lemah dibandingkan dengan indera penciuman hewan. Tidak seperti indera pencicip, indera penciuman tidak tergantung pada penglihatan, pendengaran, ataupun sentuhan. Pada umumnya bau yang diterima oleh hidung dan otak lebih banyak merupakan berbagai ramuan atau campuran empat bau utama yaitu harum, asam, tengik, dan bau hangus (Winarno, 1997).

Aroma tepung yang dihasilkan antara produk Tepung Terigu dengan produk Formulasi Tepung Komposit sangat berbeda jauh. Tepung Moccaf masih ada aroma kulit singkong yang agak kuat. Tepung ampas tahu masih sedikit beraoma tahu. Tepung Ampas Kecap beraorama ampas kecap yang kuat. Tepung bekatul masih beraroma bekatul yang sangat kuat. Oleh karena hal itu aroma dari Tepung Komposit sangat berbeda dengan Tepung Terigu.

Berdasarkan penjelasan dia atas, dapat diketahui bahwa formula III mempunyai nilai rata-rata aroma tepung lebih karena komposisi Tepung Ampas Tahu yang tidak terlalu beraroma lebih banyak dari formulasi lainnya, sedangkan Formula I mempunyai nilai rata-rata yang lebih rendah dari formula yang lainnya karena komposisi Tepung Ampas Tahu yang paling sedikit.

4.2.3. Analisis Kimia Formula Tepung Komposit

Hasil yang diperoleh dari uji organoleptik, formula Tepung Komposit ke III adalah yang terbaik berdasarkan tekstur dan aroma, tetapi perlu diadakan analisis terhadap semua formulasi untuk mendapatkan formula yang terbaik dilihat dari segi kandungan gizi. Hasil Analisis Tepung Komposit dari Tepung Moccaf, Tepung Ampas Tahu, Tepung Ampas Kecap, dan Tepung Bekatul pada Formula I, II, III dapat dilihat pada Tabel 14

Tabel 14. Hasil Analisis Produk Tepung Komposit Pada Formula I, II, dan III

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Formula | Protein (%) | Air (%) | Abu (%) | Serat (%) | Vitamin B1 (%) | Vitamin B2 (%) | Karotenoid Total (%) |
| I | 21.4325 | 9.5 | 1 | 14 | 2.14 | 0.16 | 6.72 % |
| II | 25.2144 | 9.5 | 1 | 15 | 2.30 | 0.19 | 8.6 % |
| III | 25.2144 | 9 | 2 | 16 | 2.08 | 0.16 | 6.19 % |

1. Kadar Protein

Protein merupakan suatu zat makanan yang sangat penting bagi tubuh karena zat ini berfungsi sebagai sumber energi dalam tubuh serta sebagai zat pembangun dn pengatur. Protein adalah polimer dari asam amino yang dihubungkan dengan ikatan peptida. Molekul protein mengandung unsur-umsur C, H, O, N, P, S, dan terkadang mengandung unsur logam seperti besi dan tembaga (Winarno, 1992).

Protein merupakan salah satu unsur makro yang terdapat pada bahan pangan selain lemak dan karbohidrat. Fungsi utama protein dalam tubuh adalah sebagai zat pembentuk jaringan baru dan mempertahankan jaringan yang sudah ada agar tidak mudah rusak.

Protein sendiri mempunyai banyak sekali fungsi di tubuh kita. Pada dasarnya protein menunjang keberadaan setiap sel tubuh, proses kekebalan tubuh. Setiap orang dewasa harus sedikitnya mengonsumsi 1 g protein per kg berat tubuhnya.

Kadar Protein pada Tepung Komposit yang dihasilkan adalah pada Formula I sebesar 21.4325%, Formula II sebesar 25.2144%, dan Formula III sebesar 25.2144%. Kadar Protein tersebut sudah sesuai dengan Standar yang telah ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai Tepung Terigu, yaitu Minimal 7%, dan ini sesuai dengan harapan untuk menambah nilai lebih pada kadar Protein dalam Tepung Komposit dan menambah nilai gizi pada Tepung Moccaf yang selama ini mengandung protein rendah. Kadar Protein yang tinggi pada Produk Tepung Komposit ini disebabkan oleh kompoisi tepung Ampas Kecap yang relatif tinggi dengan kandungan protein dari ampas kecap sendiri tinggi sehingga sangat mempengaruhi kandungan protein dari produk tepung komposit, selain itu ditambahkan dengan bahan Tepung Ampas Tahu yang kadar protein juga relatif tinggi dan komposisi dalam Tepung Komposit banyak, dan juga ditambahkan Tepung Bekatul yang memiliki kadar protein tinggi.

1. Kadar Air

Kadar air merupakan karakteristik kimia yang sangat berpengaruh pada bahan pangan, karena dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, dan cita rasa makanan. Kadar air dalam suatu bahan pangan ikut menentukan kesegaran dan daya awet bahan pangan tersebut. Kadar air juga dapat mempengaruhi sifat-sifat fisik seperti kekerasan (Buckle, 1987).

Kadar air dalam suatu bahan pangan perlu ditetapkan karena semakin tinggi kadar air yang terdapat dalam makanan, makin besar pula kemungkinan makanan tersebut rusak sehingga tidak tahan lama. Penetapan kadar air ini dilakukan untuk mengetahui kondisi makanan yang dibandingkan dengan kondisi standar. Kandungan air dalam bahan makanan mempengaruhi daya tahan terhadap serangan mikroorganisme yang dinyatakan dengan *Aw*, yaitu jumlah air bebas minimal yang dapat digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhannya (Winarno, 1997).

Kadar Air pada Tepung Komposit yang dihasilkan adalah pada Formula I sebesar 9.5%, Formula II sebesar 9.5%, dan Formula III sebesar 9%. Kadar air tersebut sesuai dengan Standar Nasional Indonesia yang telah ditetapkan pada Produk Tepung Terigu yaitu Maksimal 14.5%. Proses pengeringan bahan-bahan pada Tepung komposit menggunakan alat *Tunnel Dryer* sudah optimum.

Daya serap air disebabkan ketika proses pemasakan tepung komposit menjadi produk pangan, terjadi proses gelatinisai. Gelatinisasi adalah proses dimana air terperangkap di dalam granul-granul pati yang menyebabkan pembengkakan granul pati dan tidak dapat berubah ke bentuk semula. Ketika proses gelatinisasi, terjadi perubahan sifat kimia, yaitu struktur kimia akan mengalami perombakan selama pemanasan, mengakibatkan bahan-bahan yang tadinya tidak larut menjadi larut. Perubahan sifat fisiko-kimia akan meningkatkan daya serap air. Contohnya pada karbohidrat, jika amilosa dan amilopektin dibasahi, yang cepat menyerap air adalah amilosa. Untuk merubah sifat amilopektin, maka dilakukan pemanasan, sehingga banyak terdegradasi menjadi amilosa dan komponen yang sederhana.

Pengaruh aktivitas air terhadap kualitas dan pembusukkan pangan merupakan faktor yang penting (Rockland, dkk., 1980). Kandungan air dan aktivitas air mempengaruhi perkembangan reaksi pembusukkan secara kimia dan mikrobiologi dalam makanan. Makanan yang dikeringkan atau dikering bakukan, yang mempunyai kestabilan tinggi pada penyimpanan mempunyai rentang kandungan air sekitar 5-15%. Pangan berkandungan air menengah mempunyai aktivitas air di atas 0,5 termasuk air kapiler. Pertumbuhan bakteri tidak terjadi pada aktivitas air di bawah 0,90. Kapang dan khamir biasanya dihambat pada aktivitas air antara 0,88 dan 0,80, meskipun ada beberapa galur khamir osmofil yang tumbuh pada aktivitas air sampai serendah 0,65 (deMan, 1989).

1. Kadar Abu

Bahan yang mempunyai kadar air tinggi sebelum pengabuan harus dikeringkan lebih dahulu. Bahan yang mempunyai kandungan zat yang mudah menguap dan berlemak banyak pengabuan dilakukan dengan suhu mula-mula rendah sampai asam hilang, baru kemudian dinaikkan suhunya sesuai dengan yang dikehendaki. Sedangkan untuk bahan yang membentuk buih waktu dipanaskan harus dikeringkan dahulu dalam oven dan ditambahkan zat anti buih misalnya *olive* dan *paraffin* (Sudarmadji, 1989).

Kadar abu yang terdapat pada produk Tepung Komposit Formula I adalah sebesar 1%, Formula II sebesar 1%, dan Formula III sebesar 2%. Kadar abu yang dihasilkan sedikit lebih tinggi dari Standar Nasional Indonesia (SNI) yang telah ditentukan. Kadar abu yang tinggi diduga karena kandungan mineral yang tinggi pada bahan terutama Tepung Bekatul yang mengandung kadar abu paling tinggi diantara bahan yang lain.

Bahan yang akan diabukan ditempatkan dalam wadah khusus yang disebut krus yang dapat terbuat dari porselin, silica, quartz, nikel, atau platina dengan berbagai kapasitas (25-100 ml). Pemilihan wadah ini disesuaikan dengan bahan yang akan diabukan (Sudarmadji, 1989).

1. 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 mrengevaluasi suatu proses pengolahan, misalnya proses penggilingan atau proses pemisahan antara kulit dengan kotiledon, dengan demikian presentase serat kasar dapat dipakai untuk menentukan kemurnian atau efisiensi suatu proses.

Kandungan serat kasar yang dihasilkan pada produk Tepung Komposit Formula I adalah sebesar 14% , Formula II sebesar 15%, dan Formula III sebesar 16%. Kadar Serat yang dihasilkan relatif tinggi dan tidak sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang telh ditetapkan pada produk Tepung Terigu yaitu maksimal 1%. Kadar Serat yang masing tinggi disebabkan oleh bahan baku yang digunakan dari kulit singkong, ampas tahu, ampas kecap, dan bekatul yang telah dijadikan tepung mengandung kadar serat total sangat tinggi sehingga berpengaruh terhadap kandungan serat total dari produk Tepung Komposit.

Istilah serat pangan harus dibedakkan dari istilah serat kasar (*crude fiber*) yang biasa digunakan dalam analisa proksimat bahan pangan. Serat kasar adalah bagian dari pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh bahan-bahan kimia yang digunakan untuk menentukan kadar serat kasar, yaitu asam sulfat (H2SO4) dan natrium hidroksida (NaOH). Sedangkan serat pangan adalah bagian dari bahan pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan. Oleh karena itu, kadar serat kasar nilainya lebih rendah dibandingkan dengan kadar serat pangan, karena asam sulfat dan natrium hidroksida mempunyai kemampuan yang lebih besar untuk menghidrolisis komponen-komponen pangan dibandingkan dengan enzim-enzim pencernaan (Muchtadi, 2000).

Secara umum serat pangan (*dietary fiber*) didefinisikan sebagai kelompok polisakarida dan polimer-polimer lain yang tidak dapat dicerna oleh sistem gastro-intestinal yang dapat dicerna (difermentasi) oleh mikroflora dalam usus besar menjadi produk-produk terfermentasi. Dari penelitian mutakhir diketahui bahwa serat pangan total (*Total Dietary Fiber*) terdiri dari komponen serat pangan larut (*Soluable Dietary Fiber*) dan serat pangan tidak larut (*Insoluable Dietary Fiber*) (Muchtadi, 2000).

Informasi mengenai kandungan serat dalam bahan pangan pada umumnya masih terbatas pada kandungan serat kasar (*crude fiber*). Padahal serat kasar tidak identik dengan serat pangan (*dietary fiber*). Data mengenai serat kasar hanya menunjukkan serat yang tidak larut dalam asam (H2SO4) dan alkali (NaOH) encer panas. Sedangkan data mengenai serat pangan menunjukkan serat yang tidak dapat dicerna secara fisiologis yang mencakup baik serat yang larut maupun serat yang tidak larut dalam air (Muchtadi, 2000).

Data kadar serat kasar yang ditentukan secara kimia tidak menunjukkan sifat serat secara fisiologis. Oleh karena itu, untuk menganalisa kadar serat pangan (larut dan tidak larut) sebaiknya digunakan metode enzimatik. Metode enzimatik dipilih karena untuk menganalisis kadar serat digunakan enzim-enzim yang secara fisiologis terdapat dalam sistem pencernaan manusia, sehingga hasil yang diperoleh lebih dapat diaplikasikan dibandingkan dengan data serat kasar. Metode ini juga memerlukan waktu yang lebih cepat, karena dapat menganalisis kandungan serat larut dan tidak larut dalam satu prosedur (Muchtadi, 2000).

1. Vitamin B1 (Thiamine)

Vitamin B1, yang dikenal juga dengan nama tiamin, merupakan salah satu jenisvitamin yang memiliki peranan penting dalam menjaga kesehatan kulit dan membantu mengkonversi karbohidrat menjadi energi yang diperlukan tubuh untuk rutinitas sehari-hari.Di samping itu, vitamin B1 juga membantu proses metabolisme protein danlemak. Sumber vitamin B1berasal dari jantung, hati, ginjal, ber, ragi, gandum, kedelai, susu, kacang tanahdan kacang-kacangan.

Kadar Vitamin B1 dijadikan parameter mutu dalam pembuatan Tepung Komposit yang bertujuan menambah kandugan gizi pada Tepung Moccaf. Kandungan Vitamin B1 yang ada pada Tepung Komposit berasal dari bahan baku Tepung Bekatul yang mengandung Vitamin B1 relatif tinggi sehingga akan mempengaruhi kandungan Vitamin B1 pada produk Tepung Komposit.

Kandungan Vitamin B1 yang dihasilkan pada Formula I adalah sebesar 2.14% , Formula II sebesar 2.30%, dan Formula III sebesar 2.08%. Kandungan vitamin B1 pada Produk ini relatif rendah dibandingkan dengan kandungan vitamin B1 pada produk Tepung Terigu yaitu sebesar 0.447 mg / 100 gram atau 34 %. Kandungan vitamin B1 relatif tinggi karena Tepung Terigu berasal dari Gandum utuh sedangkan Tepung Komposit berasal dari campuran Tepung dan sumber Vitamin B1 yaitu Tepung Bekatul berada pada komposisi terendah sehingga membuat kandungan vitamin B1 tidak terlalu tinggi.

1. Vitamin B2 (Riboflavin)

Vitamin B2 yang juga dikenal sebagai Riboflavin merupakan anggota dari Vitamin B kompleks yang dibutuhkan tubuh dalam proses penguraian lemak dan protein. Fungsi utama dari vitamin B kompleks itu sendiri adalah mengubah kandungan karbohidrat dalam makanan kita sehari-hari menjadi glukosa yang bisa disebut sebagai sumber energi dalam tubuh manusia. Seperti rekannya dalam kelompok vitamin B kompleks, riboflavin juga terurai dalam air, dengan artian bahwa vitamin B2 tidak tersimpan dalam tubuh kita sehingga membutuhkan asupan terus menerus dari luar.

Kandungan Vitamin B2 juga dijadikan parameter mutu pada produk Tepung Komposit.Kandungan Vitamin B2 pada Formula I adalah sebesar 0.16%, Formula II sebesar 0.16%, dan Formula III sebesar 0.16%. Kandungan ini relatif rendah dibandingkan kandungan vitamin B2 pada Tepung Terigu adalah sebesar 0.215 mg / 100 gr atau sebesar 14%. Komposisi Tepung Bekatul yang rendah dalam semua formulasi itu sangat mempengaruhi kandungan dari Vitamin B2 dari produk Tepung Komposit.

1. Karotenoid total

Karotenoid adalah golongan senyawa kimia organik bernutrisi yang terdapat pada pigmen alami tumbuhan dan hewan. Berdasarkan struktur kimianya, karotenoid masuk ke dalam golongan terpenoid. Karotenoid merupakan zat yang menyebabkan warna merah, kuning, oranye, dan hijau tua pada buah dan sayuran. Peran penting karotenoid adalah sebagai agen antioksidan dan dalam sistem fotosintesis. Selain itu, karotenoid juga dapat diubah menjadi vitamin esensial. Karotenoid adalah pigmen (pewarna alami) organik yang terjadi secara alamiah dalam tumbuhan dan organisme berfotosintesis lainnya seperti ganggang, beberapa jenis fungi dan beberapa bakteri. Sekarang terdapat 600 karotenoid yang dikenal, mereka dibagi menjadi dua kelas, xanthophylls dan karoten. Karotenoid alami (juga dikenal sebagai ekstrak karoten) yang secara alami dapat memberikan pigmen warna pada berbagai tumbuhan termasuk buah-buahan dan sayuran. Karotenoid merupakan suatu zat alami yang sangat penting dan mempunyai sifat larut dalam lemak atau pelarut organik tetapi tidak larut dalam air yang merupakan suatu kelompok pigmen berwarna orange, merah atau kuning (Kurniawan, 2010).

Karotenoid adalah pigmen organik yang ditemukan dalam kloroplas dan kromoplas tumbuhan dan kelompok organisme lainnya seperti alga, sejumlah bakteri (fotosintentik maupun tidak), dan beberapa fungi (non-fotosintetik). Karotenoid dapat diproduksi oleh semua organisme tersebut dari lipid dan molekul-molekul penyusun metabolit organik dasar. Organisme heterotrof sepenuhnya, seperti hewan, juga memanfaatkan karotenoid dan memperolehnya dari makanan yang dikonsumsinya. Karotenoid termasuk dalam tetraterpenoid, suatu senyawa rantai panjang dengan 40 atom karbon, yang dibentuk dari empat unit terpena (masing-masing terdiri dari 10 atom karbon). Secara struktural, karotenoid berbentuk rantai hidrokarbon poliena yang kadang-kadang di bagian ujungnya terdapat gugus cincin dan mungkin memiliki atom oksigen. Namanya berasal dari kata carotene yang ditambah sufiks -oid, dan berarti "senyawa-senyawa sekelompok atau mirip dengan karotena" (Ikawati, 2005).

Kandungan Karotenoid Total pada produk Tepung Komposit Formula I adalah sebesar 0.0038%, Formula II sebesar 0.0049%, Formula III 0.0039.

* + 1. Analisis Program Linier

Dalam penelitian dilakukan analisis program linier menggunakan aplikasi Solve Excel yang bertujuan untuk mencari formulasi yang terbaik untuk tepung komposit berdasarkan pembatas kandungan kimia pada setiap bahan baku dan dengan harga dari setiap bahan baku tiap gram.

Berikut adalah Perumusan dari Program Linier untuk selanjutnya dimasukkan ke dalam program Solve Excel :

Tabel 15. Perumusan Preogram Linier

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Bahan Baku (Xn)** | **Kandungan Gizi (an)(%)** | | | | **Biaya (Cn)** |
| **Protein (a1)** | **Air (a2)** | **Abu (a3)** | **Serat (a4)** |
| Tepung Moccaf (X1) | 1.26 | 6 | 3 | 14 | 0.59 |
| Tepung Ampas Tahu (X2) | 19.78 | 5.5 | 4 | 21 | 0.89 |
| Tepung Ampas Kecap (X3) | 27.74 | 3 | 2 | 21 | 11.43 |
| Tepung Bekatul (X4) | 6.30 | 7.5 | 13 | 17 | 1.62 |

**Standar Kandungan Kimia Berdasarkan SNI Tepung Terigu :**

1. Kadar Protein (b1) Min 7%
2. Kadar Air (b2) Maks 14.5%
3. Kadar Abu (b3) Maks 0.7%
4. Kadar Serat (b4) Maks 1%

**Persamaan Linier untuk fungsi pembatas komponen kimia, adalah sebagai berikut :**

1. Pembatas Kadar Protein Minimal 7% = 0.07 (b1)

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

0.0126 X1 + 0.1978 X2 + 0.29 X3 + 0.063 X4 ≥ 0.07 (X1 + X2 + X3 + X4)

(0.0126-0.07) X1 + (0.1978-0.07) X2 + (0.2774-0.07) X3 + (0.063-0.07) X4 ≥ 0

-0.0574X1 + 0.1278X2 + 0.2074X3 -0.0007X4 ≥ 0

1. Pembatas Kadar Air Maksimal 14.5% = 0.145 (b2)

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

0.06 X1 + 0.055 X2 + 0.03 X3 + 0.075 X4 ≤ 0.145 (X1 + X2 + X3 + X4)

(0.06 - 0.145) X1 + (0.055 - 0.145) X2 + (0.03 - 0.145) X3 + (0.075 - 0.145) X4 ≤ 0

-0.085 X1 – 0.09 X2 – 0.115 X3 – 0.07 X4 ≤ 0

1. Pembatas Kadar Abu Maksimal 0.7% = 0.007 (b3)

a31X1 + a32X2 + a33X3 + a34X4 ≤ b3 (X1 + X2 + X3 + X4)

0.03 X1 + 0.04 X2 + 0.02 X3 + 0.13 X4 ≤ 0.007 (X1 + X2 + X3 + X4)

(0.03 - 0.007) X1 + (0.04 - 0.007) X2 + (0.02 - 0.007) X3 + (0.13 - 0.007) X4 ≤ 0

0.023 X1 + 0.033 X2 + 0.013 X3 + 0.123 X4 ≤ 0

1. Pembatas Kadar Serat Maksimal 1.0 % = 0.01 (b4)

a41X1 + a42X2 + a43X3 + a44X4 ≤ b3 (X1 + X2 + X3 + X4)

0.14 X1 + 0.21 X2 + 0.21 X3 + 0.17 X4 ≤ 0.01 (X1 + X2 + X3 + X4)

(0.14 - 0.01) X1 + (0.21 - 0.01) X2 + (0.21 - 0.01) X3 + (0.17 - 0.01) X4 ≤ 0

0.13 X1 + 0.20 X2 + 0.20 X3 + 0.16 X4 ≤ 0

1. Pembatas Presentase Minimal Tepung Moccaf (50%)

X1 ≥ X1% x ‘Y’ gr

X1 ≥ 0.5 x 250 gr

X1 ≥ 125 gr

1. Pembatas Presentasi Minimal Tepung Ampas Tahu (30%)

X2 ≥ X2% x ‘Y’ gr

X2 ≥ 0.3 x 250 gr

X2 ≥ 75 gr

1. Pembatas Presentase Minimal Tepung Ampas Kecap (5%)

X3 ≥ X3% x ‘Y’ gr

X3 ≥ 0.05 x 250 gr

X3 ≥ 12.5 gr

1. Pembatas Presentase Minimal Tepung Bekatul (15%)

X4 ≥ X4% x ‘Y’ gr

X4 ≥ 0.15 x 250 gr

X4 ≥ 37.5 gr

1. Pembatas Kebutuhan Pembuatan Tepung Komposit Sebanyak 250 gr

X1 + X2 + X3 + X4 = ‘Y’ gr

X1 + X2 + X3 + X4 = 250 gr

1. Pembatas Non Negatif

X1 , X2 , X3 , X4 ≥ 0

Setelah dihitung perumusan untuk program linier selanjutnya data dimasukkan ke dalam aplikasi sehingga aplikasi Solve Excel menghitung formulasi yang fisiable berdasarkan kandungan kimia yang menjadi pembatas memenuhi standar dan mempunyai harga paling rendah berdasrkan harga tiap bahan baku dengan basis tepung komposit 250 gr.

* + 1. Respon Fisik

Formula yang telah fisible berdasarkan program linier dilakukan Respon Fisik yang meliputi Daya Serap Air, Derajat Putih, serta Uji Baking Expansion.

1. Daya Serap Air

Daya serap air tepung atau daya absorpsi air tepung atau dikenal dengan istilah kapasitas hidrasi tepung menunjukkan presentase jumlah air yang dapat diserap oleh tepung setealah dibuat adonan kemudian disentrifugasi pada kecepatan 2000 rpm selama 15 menit. Hasil pengujian daya serap air tepung komposit dengan metode sentrifugasi, menunjukkan bahwa formula I memiliki daya serap air sebesar 4.18 g/g, formula II 4.76 g/g, dan formula III sebesar 5.14 g/g. Nilai daya serap air tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan daya serap tepung terigu yaitu 2.5 g/g.

Daya serap air yang relatif tinggi pada formula tepung komposit diduga disebabkan oleh kandungan grup amino polar tepung komposit lebih tinggi karena terdiri dari campuran bahan yang memiliki kadar protein relatif tinggi. Kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan lebih terigu yaitu sekitar 10.20% sedangkan formula tepung komposit berkira diatas 20%, kandungan protein lebih besar berkolerasi dengan kandungan grup amino polarnya yang juga lebih tinggi. Berkaitan dengan daya serap air yang tinggi maka tepung komposit sesuai digunakan sebagai bahan oengganti terigu pada pembuatan produk yang membutuhkan pengembangan besar misalkan roti.

1. Derajat Putih

Derajat putih sangat dipengaruhi oleh proses ekstraksi pati. Semakin murni proses ekstraksi pati, maka tepung yang dihasilkan akan semakin putih. Jika proses ekstraksi pati dilakukan dengan baik makan semakin banyak komponen pengotor yang hilang bersama air pada saat pencucian pati.

Berdasarkan hasil analisis derajat putih dengan membandingkan dengan BaSO4 didapatkana hasil semua dari formula berwarna putih agak kecoklatan dengan derajat putih rata-rata dari formula I 85%, formula II 90%, dan formula III 85%. Pengaruh penambahan tepung ampas kecap yang relatif tinggi mempengaruhi warna atau derajat putih dari tepung karena warna dari tepung ampas kecap adalah coklat, sehingga sangat mempengaruhi derajat putih dari tepung komposit. Semakin banyak penambahan tepung ampas kecap semakin rendah nilai derajat putih dari tepung tersebut.

1. Backing Expansion

Nilai Baking expansion pada produk tepung komposit formula I adalah sebesar 1.78 ml/gr, formula II 2.67 ml/gr, dan formula III 2.08 ml/gr. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan nilai baking expansion dari tepung terigu yaitu 1.3 ml/gr (Ridwansyah 2015).

Baking expansion merupakan derajat pengembangan tepung yang dipengeruhi oleh kadar protein tepung. Nilai baking expansion tepung komposit berbeda - beda. Hal ini disebabkan karena karakteristik dari masing - masing jenis metode pengeringan yang berbeda - beda. Suhu merupakan faktor pengeringan utama yang memberikan pengaruh terhadap kualitas tepung kasava. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Demiate dkk (1999) di dalam Pudjihastuti (2010) menyatakan bahwa semakin lama waktu pengeringan maka makin tinggi harga baking expansion . Hal ini diduga karena terjadinya degradasi pati yang disebabkan oleh asam laktat dan sinar UV (Ultra Violet) serta pengeringan pada sinar matahari selama 5 jam sehingga menunjukkan nilai baking expansion yang maksimum. Sinar matahari memberikan pengaruh

terhadap granula pati tepung kasava termodifikasi. Pada waktu pembakaran akan terjadi gelatinisasi dan udara akan terperangkap didalam amilosa dan amilopektin. Sejalan dengan hal tersebut, hasil penelitian dari Vatanasuchart,dkk(2004) juga menyatakan adanya pengaruh paparan sinar matahari terhadap kualitas dan baking expansion pati ubi kayu terfermentasi dan sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Ridwansyah dan Yusraini (2013) yang menyatakan bahwa sinar ultraviolet yang dipancarkan dari matahari sangat baik untuk produk fermentasi yang menggunakan asam laktat untuk meningkatkan kemampuan baking expansion dari tepung kasava termodifikasi.

* + 1. Penentuan Produk Terpilih

Penentuan produk terbaik dilakukan berdasarkan hasil program linier dimana harga terendah menjadi produk terbaik yang dipilih. Produk terbaik berdasarkan hasil program linier kemudian dilakukan analisis kimia yang digunakan sebagai data penunjang untuk mengetahui kandungan gizi produk tepung komposit yang dihasilkan. Serta mengetahui apakah kandungan gizi terbaik telah memenuhi standar produk yang telah ditetapkan oleh Menteri Kesehatan. Produk Tepung Komposit juga dilakukan Respon Fisik berupa Daya Serap (Rehidrasi), Derajat Putih, dan Uji Baking Expansion. Selanjutnya produk Tepung Komposit satu yang terpilih dilakukan analisis kandungan Vitamin B1, Vitamin B2, dan Karotenoid untuk menentukan kualitas dari Tepung Komposit tersebut dari segi kandungan gizi.

Produk terbaik berdasarkan hasil program linier dapat dilihat pada tabel 12. Mengenai hasil perhitungan program linier yaitu produk tepung komposit Formula I optimal dengan konsentrasi tepung moccaf, 75.7%, tepung ampas tahu 5.6%, tepung ampas kecap 17.6%, dan tepung bekatul 1.2%, memiliki harga terendah yaitu Rp. 630.43.-, namun masih memiliki kandungan protein yang relatif tinggi, sehingga bisa dikatakan formula terbaik atau terpilih.

**IV KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Kesimpulan, dan (2) Saran.

**5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, hasil penetuan formulasi dengan menggunakan program linier adalah Formula I, tepung moccaf jumlah optimum 189.18 gram, tepung ampas tahu 13.93 gram, tepung ampas kecap 43.88 gram, dan tepung bekatul 3.00 gram dengan biaya total per 250 gram Rp. 630.43.-.

Berdasarakan hasil penelitian utama, hasil analisis kimiadan respon fisik tepung komposit :

1. Formula I mengandung kadar protein 21.4325, kadar air 9.5%, kadar abu 1%, kadar serat 14%, Vitamin B1 2.14%, vitamin B2 0.16%, dan karotenoid total 6.72%, daya serap air 4.18 g/g, derajat putih 47.34%, dan baking expansion 1.78 ml/gr.
2. Formula II mengandung kadar protein 25.2144, kadar air 9.5%, kadar abu 1%, kadar serat 15%, kadar vitamin B1 2.30%, kadar vitamin B2 0.19%, dan karotenoid total 8.6%, daya serap air 4.76 g/g, derajat putih 48.27%, dan baking expansion 2.67 ml/gr.
3. Formula III mengandung kadar protein 25.2144%, kadar air 9%, kadar abu 2%, kadar serat 16%, kadar vitamin B1 2.08%, kadar vitamin B2 0.16%, dan karotenoid total 6.19%, daya serap air 5.14%, derajat putih 54.74%, dan baking expansion 2.08 ml/gr.
4. Formula yang mengandung protein tinggi namun harga terendah menurut program linier diambil sebagai formula terbaik yaitu Formula I per 250 gram yaitu Rp. 630.43.-.

**5.2. Saran**

Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang bagaimana membuat tepung komposit berwarna lebih putih, dan memanfaatkan tepung tersebut menjadi produk pangan.

**DAFTAR PUSTAKA**

Ade-Omowaye,B.I.O.,B. A.Akinwande,I. F.Bolarinwa, danA. O.Adebiyi.2008. **Evaluation of tigernut (Cyperus esculentus)-wheat composite flourand bread**. African J. Food Science 2 : 087-091.

Adrizal., 2002, **Aplikasi Program Linier Untuk Menganalisis Pemanfaatan Salvina Molesta Sebagai Pahan Itik,** Makalah Pengantrar Falsafah Sains, Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, <http://scitation.aip.org/> getabsServletprog=vips&givs=yes, Diakses : 23Juni 2015.

Agriawati., D.P, 2013, **Pembuatan Tepung Komposit Pisang Lokal Sumatera Utara jagung Dan Produk Olahannya Untuk Substitusi Tepung Terigu**, Diakses : 10 juni 2015

Almatsier, S. 2009**. Prinsip Dasar Ilmu Gizi** . Edisi Kedua. Jakarta: Gramedia Pustaka

Anonim, 2012, **Kebutuhan Tepung Terigu Indonesia**, <http://kebutuhanteriguindonesia.org>, Diakses : 4 Juni 2015.

Anonim, 2013, **Tepung Mocaf Alternatif Pengganti Terigu**, http:// tepungmoccaf/2013.mocafaltermatifterigu.org, Diakses : 05 Juni 2015.

Akubor, P. I. and M.U. Ukwuru. 2003**.Functional properties and biscuit making potential of soybean and cassava flour blends**. **Plant Foods for Human Nutrition**, 58 (3):1–12.

Arifin. 2005. **Kandungan Gizi pada Ubi Kayu**. Jurnal Ilmu-ilmu Peternakan. IX (2): 90-110

Badan Standardisasi Nasional. 2011. **Standar Nasional Indonesia Tepung Mocaf***.*  **(SNI 7622-2011)**Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Buckle, K. A., R. A. Edwards, G. H. Fleet, dan M. Wooton, 1987, **Ilmu Pangan**, Terjemahan Purnomo, H dan Adiono, cetakan kedua, Penerbit Universitas Indonesia Press, Jakarta.

Cahyadi, R.2000.**Pengaruh Penggunaan Ampas KEcap yang Diproses dengan Perendaman terhadap Konsumsi Air Minum, KAdar Air, dan Kada Protein Daging Karkas Ayam Broiler**. Skripsi. Fakultas Peternakan, Universitas Diponegoro. Semarang.

Codex Alimentarius Commision. 1995**. Edible Cassava Flour (CODEX STAN 176-1989 (Rev. 1 – 1995)**. Codex Alimentarius Commision. USA.

Dahlia Yeni, SP. 2012. **Tepung Mocaf Alternatif Tepung Terigu**. <http://badiklatda.jabarprov.go.id/index.php/pengembangandiklat/171?task=view>, Diakses : 20 Juni 2015.

Damayanthi, E dan D. I. Listyorini. 2006. **Pemanfaatan Tepung Bekatul Rendah Lemak Pada Pembuatan Keripik Simulasi**. J. Gizi dan Pangan 1 (2): 34-44.

Damayanthi E, Tjing LT & Arbianto L, 2007, **Rice Bran**, Cetakan Pertama, Panebar Swadaya, Depok.

Darmawan, 2006. Pengaruh Kulit Umbi Ketela Pohon Fermentasi terhadap Tampilan Kambing Kacang Janta. Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan, 9 (2) : 115-122.

Dendy,et.al.2001.**Sorghum and Millets**: Chemistry and Technology. St. Paul,USA: American Association of Cereal Chemists.

deMan, M. J. 1989. Kimia Makanan. Penerjemah : K. Padmawinata. ITB-Press, Bandung.

Desrosier, Norman W., 1988, **Teknologi Pengawetan Pangan.** Edisi Pertama. jakarta: penerbit Universitas Indonesia.

Dinas Peternakan**, 2011, Kandungan Ampas Tahu,** Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur**.**

Efendi, Puji Johan. 2010. **Kajian Karaktristik Fisik Mocaf (Modified Cassava Flour) Dari Ubi Kayu (Manihot esculenta Crantz) Varietas Malang-I dan Varietas Mentega dengan Perlakuan Lama Fermentasi**.Skripsi S-1.Program Studi Teknologi Hasil Pertanian.Universitas Sebelas Maret. Surakarta. Fakultas Pertanian.

Eriek Mustaqim, 2013, **Karakteristik Sifat Fisik Tepung Komposit Dari Mocaf, Terigu Dan Tepung Kedelai,** <http://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/57453/Eriek%20Mustaqim%20-%20081710201041_1.pdf?sequence=1>, Diakses : 5 juni 2015.

Galih, 2014**, Optimasi Formulasi Tepung Komposit Dalam Pembuatan Food Bar**, http://digilib.unpas.ac.id/gdl.php?mod=search&s=dc&dc=Tepung, Diakses : 7 Juni 2015.

Hardley, G., 1972, ***Linier Programing,*** Edisi ke-6, Addison Wasley Publishing Company, Manila.

Hidayat, N., 2000. **Tepung Komposit**.http://digilib.itb.ac.id, Diakses : 02 Juni 2015

Hubeis, S. M., Ni Luh P., dan Herijanto., 1994, **Optimasi Formulasi Es Krim Skala Kecil Dengan Menggunakan Minyak Kelapa Sawit Sebagai Pengganti Lemak Mentega,** Buletin Teknologi dan Industri Pangan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Ikawati, R. 2005. **Optimasi Kondisi Ekstraksi Karotenoid Wortel (Daucus carote L.) Menggunakan Response Surface Methodology (RSM)**. Jurnal Teknologi Pertanian. Universitas Mulawarman. Samarinda

Isnawati, N, 2013. **Bekatul Limbah Padi Yang Sehat Dikonsumsi**, http://bbppbinuang.info/news21-bekatul-limbah-padi-yang-sehat-dikonsumsi.html, Diakses : 07 Juni 2015.

Jisha S. dan G. Padmaja. 2011. **Whey Protein Concentrate Fortified Baked Goods from Cassava-Based Composite Flours** , Nutritional and Functional Properties. Food Bioprocess Technol(2011) 4:92–101.

Judoamidjojo, R.M., E.G.Said, L. Hartoto. 1989. **Biokonversi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Bioteknologi** Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Kartika, B. dan Supartono, W. (1988). **Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan**. Yogyakarta : Tidak diterbitkan.

Kementrian Pertanian, 2002, Perkembangan **Produksi Beras Tahun 1990-2001**, http://www.deptan.go.id/infoksetan/produksi beras nasional.htm, Diakses: 10 Juni 2015.

Khudori. 2008. **Mendongkrak gengsi singkong**. http://www.depkes.go.id, Diakses : 10 Juni 2015.

Kurniawan, Madha., 2010, **Kandungan Klorofil, Karotenoid, dan Vitamin C pada Beberapa Spesies Tumbuhan Akuatik**, http://eprints.undip.ac.id/34468/1/4.\_Kandungan\_Klorofil\_Total\_-\_papaer\_madha.pdf, Diakses 20-Oktober-2010.

Kurniawati. L,2013**, Pemanfaatan Bekatul Dan Ampas Wortel (Daucus carota) Dalam Pembuatan Cookies**, <http://Ilmupangan.Fp.Uns.Ac.Id/Attachments/Article/161/PEMANFAATAN> Bekatul Dan Ampas wortel.pdf, Diakses: 06 Juni 2015.

Laboratorium Ka Balai Penelitian Mutu dan Keamanan Pangan, 2013, **Kandungan Gizi Tepung Ampas Tahu**, Fakultas Teknologi Pertanian Unika.

Lingga, P, B Sarwono, I Rahardi, PC Rahardjo, JJ Afriastini, R Wudianto dan WH Apriadji. 1989. **Bertanam Umbi-Umbian**. Edisi Pertama. PT Penebar Swadaya. Jakarta.

Loekmonohadi, 2010. **Kimia makanan**. Semarang: Pendidikan Profesi Guru LP3 UNNES.

Mahmud, 2009. **Tabel Komposisi Pangan Indonesia,** Jakarta : PT Elex Media Komputindo.

Maulida, N. 2005. **Pemamfaatan Tepung Tulang Ikan Madidihang sebagai Suplemen dalam Pembuatan Biskuit (crackers)**. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB. Bogor.

Muchtadi, T.R. 1997. **Teknologi Proses Pengolahan Pangan**. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi. Institut Pertanian Bogor.

Mulyokusumo, S,E., 1974, **Kecap**, Terate, Bandung.

Murnawati. W.I.2001. **Pengaruh Penggunaan Ampas Kecap yang Direndam dengan Asam Asetat dalam Ransum terhadap Kondisi Awal Peneluran Burung Puyuh**. Skripsi S1. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang.

Nabil, M. 2005. **Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Tuna (Thunnus sp.) Sebagai Sumber Kalsium Dengan Metode Hidrolisis Protein**. Skripsi. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, IPB. Bogor.

Nanik. F (2013), **Pengaruh Penggunaan Ampas Kecap dalam Ransum sebagai Substitusi Bungkil Kedelai terhadap Konsumsi Pakan, Pertambahan Bobot Badan dan Konversi Pakan Ayam Pedaging Periode Grower**, http://lib.uin-malang.ac.id/?mod=th\_detail&id=07620044, Diakses : 07 Juni 2015.

Pasha I, S Rashid, F.M. Anjum, MT Sultan, Mir M, N.Qayyum, dan FF Saeed. 2011. **Quality Evaluation of Wheat-Mungbean Flour Blends and Their Utilization in Baked Products**. Asian Network for Scientific Information.

Prabowo, A., D. Samaih dan M. Rangkuti. 1993**. Pemanfaatan ampas tahu sebagai makanan tambahan dalam usaha penggemukan domba potong**. Proceeding Seminar 1983.Lembaga Kimia Nasional-LIPI, Bandung.

Pudjihastuti. 2010. **Pengembangan proses inovatif kombinasi reaksi hidrolisis asam dan reaksi photokimia UV untuk produksi pati termodifikasi dari tapioka**. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.

Rahayu, E. S, R. Indrati, T. Utami, E. Harmayanti, M.N. Cahyanto. 1993. **Bahan Pangan HAsil Fermentasi.Food and Nutrition Culture Collection (FNCC), Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi**, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Rahayu, 2001. **Penuntun Praktikum Penilaian Organoleptik**. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi . Fakultas Teknologi Pertanian. Bogor

Rahayu Sutriswati, E. 2012. **Teknologi Proses Pembuatan Tahu**. Yogyakarta: Kanisius.

Rahmawati, 2013, **Pengaruh Penggunaan Tepung Ampas Tahu Sebagai Bahan Komposit Terhadap Kualitas Kue Kering Lidah Kucing**, Diakses : 1 juni 2015.

Ratnaningsih, A. Permana dan N. Richana. 2010. **Pembuatan tepung komposit dari jagung, ubikayu, ubijalar dan terigu (Lokal dan Impor) untuk Produk Mi**. Prosiding Pekan Serealia Nasional. p. 421-432.

Ridwansyah dan Yusraini, E. 2013. **Karakteristik fisik dan baking expansion tepung kasava termodifikasi dengan berbagai metode pengeringan**. Prosiding Seminar Nasional Peranan Teknologi Pangan dan Gizi Dalam Meningkatkan Mutu Keamanan dan Kehalalan Produk Pangan Lokal, Medan.

Rizqa., Amalia, 2014, **Karakteristik Fisikokimia Tepung Komposit Berbahan Dasar Beras, Ubi Jalar, Kentang, Kedelai, Dan Xanthan Gum**, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/40021/7/Cover.pdf>, Diakses : 30 Mei 2015.

Salam, A.R.,Haryotejo, B., Mahatama, E., dan Fakhrudin, U. (2012). **Kajian Dampak Kebijakan Perdagangan Tepung Terigu Berbasis SNI**. Jurnal Standardisasi BSN. (14): 117-130

Santi., Dwi A, 2014, **Formulasi dan Karakterisasi Cake Berbasis Tepung Komposit Organik Kacang Merah, Kedelai, dan Jagung**, http://www.researchgate.net/publication/271207018\_Formulasi\_dan\_Karakterisasi\_Cake\_Berbasis\_Tepung\_Komposit\_Organik\_Kacang\_Merah\_Kedelai\_dan\_Jagung, Diakses : 07 Juni 2015.

Santosa dkk. 2007. Dalam Skripsi : Wahyu Setiowati , 2010, Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Jawa Timur. **Pembuatan Roti Tawar Berserat Tinggi dengan Substitusi Tepung Bekatul dan Penambahan Gliserol Monostearat.**

Sarwono, B. 2006. **Membuat Aneka Tahu**. Jakarta. Swadaya

Savitri.,H I, 2015, Proteksi Ampas Kecap Sebagai Suplementasi Feed Burger Pakan Lengkap Dari Batang Pisang, http://harumishma.blogspot.com/2015/02/proteksi-protein-ampas-kecap-sebagai.html, Diakses : 02 Juni 2015.

See, E.F.,W. A. Wan Nadiah, dan A. A.Noor Aziah. 2007. **Physico-chemical and sensory evaluation of breads supplemented with pumpkin flour**.ASEAN Food Journal 14 (2) : 123-130.

Setiana, B. 1999. **Pengaruh Penggunaan Ampas Kecap dalam Ransum terhadap Berat Karkas, Berat Lemak Abdominal, dan Kadar Lemak Daging Karkas pada Ayam Pedaging**. Fakultas Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Diponegoro, Semarang.

Shih, 2003, **Bekatul Produk Samping Penggilingan Padi**, http://ilmupangan.blogspot.com/2010/12/rice-bran-menurunkan-tekanan-darah-dan.html, Diakses : 06 Juni 2015.

Shittu, T.A., O. R. Raji, dan L.O Sanni, 2007. **Bead From composite-wheat flour : I. Effect of baking time and temperature on some physical properties of bread load**. Food Research International 49 : 280-290.

Siregar, S. 1994, **Ransum Ternak Ruminansia**, Penebar Swadaya, Jakarta.

Subagyo.2006. Ubi **Kayu Substitusi Berbagai Tepung-tepungan** . Jakarta:Food Review.

Subagio, A. 2007.**Industrialisasi Modified Cassava Flour (Mocaf) Sebagai Bahan Baku Industri Pangan Untuk Menunjang Diversifikasi Pangan Pokok Nasional**. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.Jember.

Sudarmadji, S. 1989.**Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Yogyakarta : Libert

Sudarmadji, S., B. Haryono, Suhardi. 1997. **Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian**.Yogyakarta: Penerbit Liberty.

Sunarso, 1984, **Mutu Protein Limbah Agro-Industri Ditinjau Dari Kinetika Perombakannya oleh Mikroba Rumen dan Potensinya dalam Menyediakan Protein bagi Pencernaan Pasca Rumen**. Tesis. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Suprapti, M. L. 2005. **Pembuatan Tahu**. Edisi Pertama. Kanisius: Yogyakarta.

Supranto, J., 1983, ***Linier Progamming***, Lembaga Penerbit, Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia, Jakarta.

Taha, H. A., 1996, **Riset Operasi**, Edisi ke-5, Binarupa Aksara, Jakarta.

Thalib, Ahmad. 2009. **Pemanfaan Tepung Tulang Ikan Madidihang (Thunnus albacares) Sebagai Sumber Kalsium dan Fosfor Untuk Meningkatkan Nilai Gizi Makron Kenari**. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor

Turyoni, D. 2005. **Pembuatan Dodol Tape Kulit Singkong (Cassava) Teknologi Jasa dan Produksi**. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

Olaoye, O.A.,A. A.Onilude,danO. A.Idowu. 2006. **Quality characteristics ofbread produced from composite flours of wheat, plantain and soybeans**.African Journal of Biotechnology 5 : 1102-1106.

Wahyuni .Sri. 2003. **Karakteristik Nutrisi Ampas Tahu Yang Dikeringkan Sebagai Pakan Domba**. Semarang: UNDIP.

Widayati, E.dan Widalestari, Y., 1996. **Limbah untuk Pakan Ternak** . Trubus Agrisorana, Surabaya.

Widowati, S. 2009. **Tepung Aneka Umbi Sebuah Solusi Ketahanan Pangan**. Balai Besar Penelitian dan Pasca Panen Pertanian.

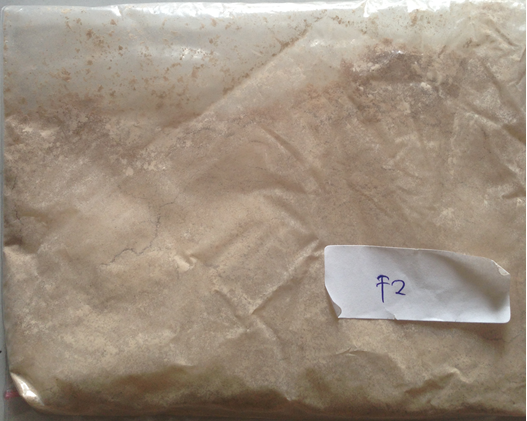
Winarno, F.G.,1987.**Gizi dan Makanan**. Cetakan keempat Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.

Winarno, F. G. 1992. **Kimia Pangan dan Gizi**. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama

Winarno, F.G., 1995. **Enzim Pangan**. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Winarno, F.G., 1997, **Kimia Pangan dan Gizi,** Penerbit Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

**LAMPIRAN 1. GAMBAR PRODUK**

**Gambar 13. Formula I**

**Gambar 14. Formula II**

****

**Gambar 15. Formula III**

**LAMPIRAN 2. PROSEDUR DAN HASIL ANALISIS KIMIA**

1. **Prosedur Analisis Kadar Protein Metode Kjedahl (AOAC, 1995)**

Tujuan dari penentuan kadar protein metode kjedahl untuk mengetahui kadar protein dalam bahan pangan dengan metode kjedahl.

Prinsip penentuan kadar protein metode Kjedahl berdasarkan oksidasi bahan-bahan berkarbon dan konversi nitrogen menjadi amonia. Selanjutnya amonia bereaksi dengan kelebihan asam membentuk amonium sulfat. Larutan dibuat menjadi basa, dan amonia diuapkan untuk kemudian diserap dalam larutan asam borat. Nitrogen yang terkandung dalam larutan dapat ditentukan jumlahnya dengan titrasi menggunakan HCl 0,02 N.

Metode penentuan kadar protein metode kjedahl : sampel yang sudah dihaluskan ditimbang sebanyak 1 gram kemudian dimasukan ke dalam labu destruksi dan ditambahkan garam kjedahl dan batu didih, lalu ditambahkan 25 ml asam sulfat pekat dengan kemiringan labu 45o didalam ruang asam kemudian dipanaskan sampai larutan menjadi jernih. kemudian ditambahkan 25 ml aquadest dan didinginkan. Bilas dengan 50 ml aquadest, didinginkan kemudian dimasukan ke dalam labu ukur 250 ml dan ditambahkan aquadest sampai tanda batas, lalu homogenkan. 10 ml sampel dipipet dan ditambah 20 ml NaOH 30%, 5 ml Na2S2O3, 2 butir granul Zn, dan 50 ml aquadest kemudian didestilasi dan filtratnya dititrasi dengan NaOH menggunakan indikator pp.

Kadar N = (Vb-Vs) . N NaOH . BA N . Ø x 100%

Ws . 1000

W sampel (Ws)

V blangko (Vb)

V sampel (Vs)

Kadar Protein = Kadar N x Fk

1. **Hasil Analisis Kadar Protein Metode Kjedahl Pada Penelitian Pendahuluan**

**Dik : N NaOH = 0.144 N**

**FK = 6.25**

**V. Blanko = 21.80**

**BA N = 14.008**

**Ø =**

1. **Tepung Moccaf**

Dik : Ws = 1.00

Tat = 21.70

1. **Tepung Ampas Tahu**

Dik : Ws = 1.00

Tat = 20.20

1. **Tepung Ampas Kecap**

Dik : Ws = 1.00

Tat = 19.60

1. Tepung Bekatul

Dik : Ws = 1.00

Tat = 21.30

1. **Prosedur Analisis Kadar Air Metode Gravimetri (Sudarmadji dkk., 1997)**

Tujuan dari penentuan kadar air metode Gravimetri adalah untuk mengetahui jumlah air yang terapat dalam bahan pangan dengan cara penyaringan yang dapat mempengaruhi stabilitas bahan pangan tsb.

Prinsip penentuan kadar air metode Gravimetri adalah berdasarkan pemanasan bahan dalam lemari pengeringan 105oC. Pengurangan bobot dianggap merupakan kandungan air yang terdapat dalam bahan pangan.

Metode penentuan kadar air metode Gravimetri Kaca arloji dipanaskan dalam oven pada temperatur 105oC selama 30 menit, didinginkan dalam eksikator selama ± 15 menit, lalu ditimbang dan lakukan berulang-ulang sehingga didapat bobot tetap (Wo). Kemudian timbang 1-2 gram sampel yang telah dihaluskan, dan diletakkan pada kaca arloji (W1­), kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan temperatur 60­oC selama 15 menit, dilanjutkan dengan pemanasan temperatur 105oC selama 2 jam, lalu didinginkan dalam eksikator selama ± 15 menit. Kemudian ditimbang (W2). Selisih bobot awal dan akhir pemanasan merupakan kadar air yang terdapat dalam bahan tersebut.

**Perhitungan :**

­Keterangan :

Ws = berat sampel

W1 = berat kaca arloji (W0­) + sampel awal (sebelum dipanaskan di oven)

W2­ = berat kaca arloji + sampel (setelah didinginkan dalam eksikator)

1. **Hasil Analisis Kadar Air Metode Gravimetri Pada Penelitian Pendahuluan**
2. **Tepung Moccaf**

Dik : W0 = 30.69 gram

W2 = 32.57 gram

W1 = 30.69 + 2.00 = 32.69 gram

1. **Tepung Ampas Tahu**

Dik : W0 = 26.86 gram

W2 = 28.75 gram

W1 = 30.69 + 2.00 = 28.86 gram

1. **Tepung Ampas Kecap**

Dik : W0 = 28.17 gram

W2 = 30.11 gram

W1 = 28.17 + 2.00 = 30.17 gram

1. **Tepung Bekatul**

Dik : W0 = 23.77 gram

W2 = 25.62 gram

W1 = 23.77 + 2.00 = 25.77gram

1. **Prosedur Analisis Kadar Abu Metode Gravimetri (Sudarmadji dkk., 1997)**

Tujuan dari penentuan kadar abu metode Gravimetri adalah untuk mengetahui kadar abu dan mineral dalam bahan pangan yang dibakar sempurna dalam tahap dengan cara pemisahan hingga bebas karbon yang berguna untuk identifikasi kadar abu yang berguna untuk identifikasi kadar abu yang didapatkan ini menggambarkan banyak mineral yang tidak terbakar menjadi zat yang dapat menguap penentuan kadar abu digunakan sebagai parameter sifat nilai golongan makanan.

Prinsip dari penentuan kadar abu metode Gravimetri adalah berdasarkan pemijaran sampai bebas karbon zat organik terurai menjadi CO2 dan H2O residu yang terdapat di dalam bahan makanan.

Metode penentuan kadar abu metode Gravimetri adalah Cawan dipanaskan pada tanur dengan suhu 800oC selama 30 menit, masukkan ke dalam eksikator selama 10 menit lalu timbang (W cawan kosong), dilakukan hingga konstan. Dimasukkan sampel 2-3gram Sampel (Ws) kedalam cawan lalu pijarkan selama 5-6 jam hingga terbentuk abu putih, bila masih ada karbon hancurkan dengan batang pengaduk ditambahkan 1 ml etanol dan pijarkan kembali, masukkan ke dalam eksikator selama 5-10 menit , dan timbang, lakukan hingga konstan. **Perhitungan** :

1. **Hasil Analisis Kadar Abu Metode Gravimetri Pada Penelitian Pendahuluan**
2. **Tepung Moccaf**

Dik : W0 = 22.18 gram

W1 = 22.21 gram

Ws = 1.00 gram

1. **Tepung Ampas Tahu**

Dik : W0 = 20.06 gram

W1 = 20.10 gram

Ws = 1.00 gram

1. **Tepung Ampas Kecap**

Dik : W0 = 24.64 gram

W1 = 24.66 gram

Ws = 1.00 gram

1. **Tepung Bekatul**

Dik : W0 = 23.41 gram

W1 = 23.54 gram

Ws = 1.00 gram

1. **Prosedur Analisis Kadar Serat Kasar Metode Gravimetri (AOAC, 1999)**

Tujuan dari penentuan kadar serat kasar metode Gravimetri adalah untuk mengetahu ada tidaknya (kandungan) serat kasar dalam bahan pangan sehingga dapat ditentukan kadarnya dan dapat pula diketahui seberapa besar pengaruhnya dalam membentuk tekstur atau karakteristik bahan pangan.

Prinsip dari penentuan kadar serat kasar metode Gravimetri adalah berdasarkan reaksi asam basa mendidih, serat kasar diperoleh residu bahan pangan setelah reaksi tersebut sehingga dapat ditentukan kadarnya, residu dikeringkan dan ditimbang hingga di dapat berat konstan.

Metode penentuan kadar serat kasar metode Gravimetri : 2 gram sampel dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 250 ml lalu ditambahkan 100 ml H2SO4 0,3 N dan 2-3 tetes CHCl3. Didihkan selama 30 menit lalu disaring, residu dicuci dengan aquadest panas sampai bebas asam. Residu dipindahkan secara kuantitatif ke dalam erlenmeyer dengan spatula, sisanya dicuci dengan larutan NaOH 0,3 N sampai semua residu masuk ke dalam erlenmeyer lalu ditambahkan NaOH 0,3 N sebanyak 100 ml dan 2-3 tetes CHCl3. Didihkan selama 30 menit lalu disaring, residu dicuci dengan aquadest panas sampai bebas basa, kemudian dibilas dengan alkohol 95%. Kertas saring dikeringkan pada suhu 105oC selama satu sampai dua jam dan dimasukkan ke dalam eksikator, ditimbang sampai diperoleh berat yang konstan. **Perhitungan** :

1. **Hasil Analisis Kadar Serat Metode Gravimetri Pada Penelitian Pendahuluan**
2. **Tepung Moccaf**

Dik : W0 = 0.99 gram

W1 = 1.13 gram

Ws = 1.00 gram

1. **Tepung Ampas Tahu**

Dik : W0 = 0.99 gram

W1 = 1.20 gram

Ws = 1.00 gram

1. **Tepung Ampas Kecap**

Dik : W0 = 0.99 gram

W1 = 1.20 gram

Ws = 1.00 gram

1. **Tepung Bekatul**

Dik : W0 = 0.98 gram

W1 = 1.15 gram

Ws = 1.00 gram

**LAMPIRAN 3. PENENTUAN HARGA BAHAN**

1. **Harga Tepung Moccaf Per Gram**

Harga Kulit Singkong = Rp. 200,- / Kg

Harga Kulit Singkong yang digunakan 6,247 Kg x Rp. 2.00,- = Rp. 1249,4,-

6,247 Kg Kulit Singkong diperoleh Tepung Moccaf sebanyak 2096 gram

Harga Tepung Moccaf per gram

1. **Harga Tepung Ampas Tahu Per Gram**

Harga Ampas Tahu = Rp. 100,- / Kg

Harga Ampas Tahu yang digunakan 2,5 Kg x Rp. 1.00,- = Rp. 250,-

2,5 Kg Ampas Tahu diperoleh Tepung Ampas Tahu sebanyak 280 gram

Harga Tepung Ampas Tahu per gram

1. **Harga Tepung Ampas Kecap Per Gram**

Harga Ampas Kecap = Rp. 1000,- / Kg

Harga Ampas Kecap yang digunakan 2 Kg x Rp. 1000,- = Rp. 2000,-

2 Kg Ampas Kecap diperoleh Tepung Ampas Kecap sebanyak 175 gram

Harga Tepung Ampas Kecap per gram

1. **Harga Tepung Bekatul Per Gram**

Harga Bekatul = Rp. 600,- / Kg

Harga Bekatul yang digunakan 5 Kg x Rp. 600,- = Rp. 3000,-

5 Kg Bekatul diperoleh Tepung Ampas Kecap sebanyak 1853 gram

Harga Tepung Ampas Kecap per gram

**LAMPIRAN 4. TOTAL KEBUTUHAN BAHAN BAKU**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Komposisi Bahan Baku** | **Formulasi I** | | **Formulasi II** | | **Formulasi III** | | **Total (Gram)** |
| **%** | **gram** | **%** | **Gram** | **%** | **gram** |
| Tepung Moccaf (X1) | 75.7% | 189.18 | 62.3% | 155.87 | 40.1% | 100.31 | 445.36 |
| Tepung Ampas Tahu (X2) | 5.6% | 13.93 | 12.2% | 30.57 | 23.3% | 58.34 | 102.84 |
| Tepung Ampas Kecap (X3) | 17.6% | 43.88 | 24.2% | 60.57 | 35.3% | 88.34 | 192.79 |
| Tepung Bekatul (X4) | 1.2% | 3.00 | 1.2% | 3.00 | 1.2% | 3.00 | 9.00 |

Keterangan :

Formulasi I = Tepung Mocaf = 75.7%

Tepung Ampas Tahu = 5.6%

Tepung Ampas Kecap = 17.6% Tepung Bekatul = 1.2%

Formulasi II = Tepung Mocaf = 62.3%

Tepung Ampas Tahu = 12.2%

Tepung Ampas Kecap= 24.2%

Tepung Bekatul = 1.2%

Formulasi III = Tepung Mocaf = 40.1%

Tepung Ampas Tahu = 23.3%

Tepung Ampas Kecap= 35.3%

Tepung Bekatul = 1.2%

**LAMPIRAN 5. PERUMUSAN PROGRAM LINIER**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Bahan Baku (Xn)** | **Kandungan Gizi (an)(%)** | | | | **Biaya (Cn)** |
| **Protein (a1)** | **Air (a2)** | **Abu (a3)** | **Serat (a4)** |
| Tepung Moccaf (X1) | 1.26 | 6 | 3 | 14 | 0.59 |
| Tepung Ampas Tahu (X2) | 19.78 | 5.5 | 4 | 21 | 0.89 |
| Tepung Ampas Kecap (X3) | 27.74 | 3 | 2 | 21 | 11.43 |
| Tepung Bekatul (X4) | 6.30 | 7.5 | 13 | 17 | 1.62 |

**Diketahui :**

1. Kadar Protein (b1) Min 7%
2. Kadar Air (b2) Maks 14.5%
3. Kadar Abu (b3) Maks 0.7%
4. Kadar Serat (b4) Maks 1%

**Persamaan Linier untuk fungsi pembatas komponen kimia, adalah sebagai berikut :**

1. Pembatas Kadar Protein Minimal 7% = 0.07 (b1)

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

0.0126 X1 + 0.1978 X2 + 0.29 X3 + 0.063 X4 ≥ 0.07 (X1 + X2 + X3 + X4)

(0.0126-0.07) X1 + (0.1978-0.07) X2 + (0.2774-0.07) X3 + (0.063-0.07) X4 ≥ 0

-0.0574X1 + 0.1278X2 + 0.2074X3 -0.0007X4 ≥ 0

1. Pembatas Kadar Air Maksimal 14.5% = 0.145 (b2)

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

0.06 X1 + 0.055 X2 + 0.03 X3 + 0.075 X4 ≤ 0.145 (X1 + X2 + X3 + X4)

(0.06 - 0.145) X1 + (0.055 - 0.145) X2 + (0.03 - 0.145) X3 + (0.075 - 0.145) X4 ≤ 0

-0.085 X1 – 0.09 X2 – 0.115 X3 – 0.07 X4 ≤ 0

1. Pembatas Kadar Abu Maksimal 0.7% = 0.007 (b3)

a31X1 + a32X2 + a33X3 + a34X4 ≤ b3 (X1 + X2 + X3 + X4)

0.03 X1 + 0.04 X2 + 0.02 X3 + 0.13 X4 ≤ 0.007 (X1 + X2 + X3 + X4)

(0.03 - 0.007) X1 + (0.04 - 0.007) X2 + (0.02 - 0.007) X3 + (0.13 - 0.007) X4 ≤ 0

0.023 X1 + 0.033 X2 + 0.013 X3 + 0.123 X4 ≤ 0

1. Pembatas Kadar Serat Maksimal 1.0 % = 0.01 (b4)

a41X1 + a42X2 + a43X3 + a44X4 ≤ b3 (X1 + X2 + X3 + X4)

0.14 X1 + 0.21 X2 + 0.21 X3 + 0.17 X4 ≤ 0.01 (X1 + X2 + X3 + X4)

(0.14 - 0.01) X1 + (0.21 - 0.01) X2 + (0.21 - 0.01) X3 + (0.17 - 0.01) X4 ≤ 0

0.13 X1 + 0.20 X2 + 0.20 X3 + 0.16 X4 ≤ 0

1. Pembatas Presentase Minimal Tepung Moccaf (50%)

X1 ≥ X1% x ‘Y’ gr

X1 ≥ 0.5 x 250 gr

X1 ≥ 125 gr

1. Pembatas Presentasi Minimal Tepung Ampas Tahu (30%)

X2 ≥ X2% x ‘Y’ gr

X2 ≥ 0.3 x 250 gr

X2 ≥ 75 gr

1. Pembatas Presentase Minimal Tepung Ampas Kecap (5%)

X3 ≥ X3% x ‘Y’ gr

X3 ≥ 0.05 x 250 gr

X3 ≥ 12.5 gr

1. Pembatas Presentase Minimal Tepung Bekatul (15%)

X4 ≥ X4% x ‘Y’ gr

X4 ≥ 0.15 x 250 gr

X4 ≥ 37.5 gr

1. Pembatas Kebutuhan Pembuatan Tepung Komposit Sebanyak 250 gr

X1 + X2 + X3 + X4 = ‘Y’ gr

X1 + X2 + X3 + X4 = 250 gr

1. Pembatas Non Negatif

X1 , X2 , X3 , X4 ≥ 0

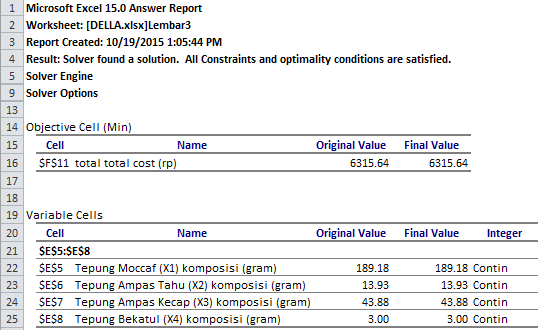
**FORMULASI I**

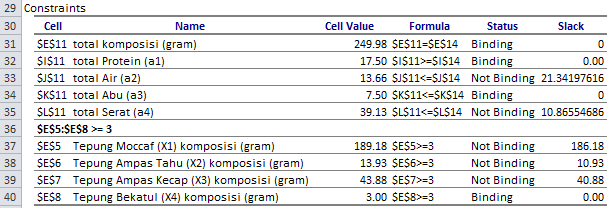
Tepung Moccaf = 75.7%

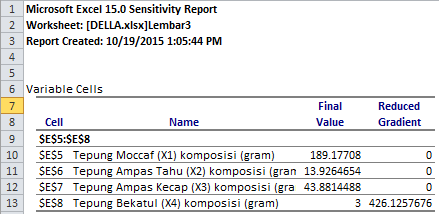
Tepung Ampas Tahu = 5.6%

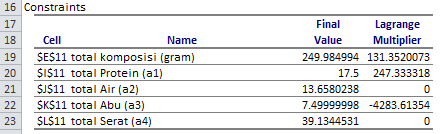
Tepung Ampas Kecap = 17.6%

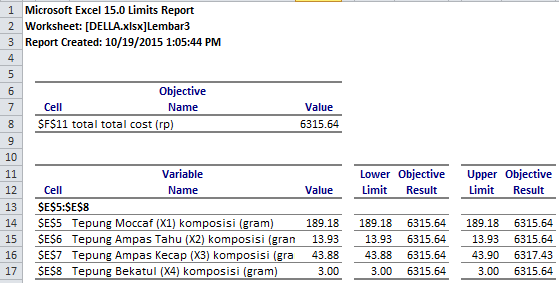
Tepung Bekatul = 1.2%

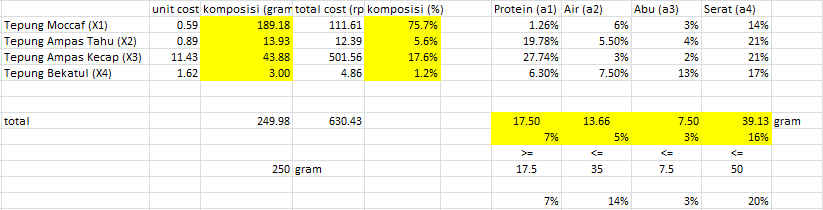










****

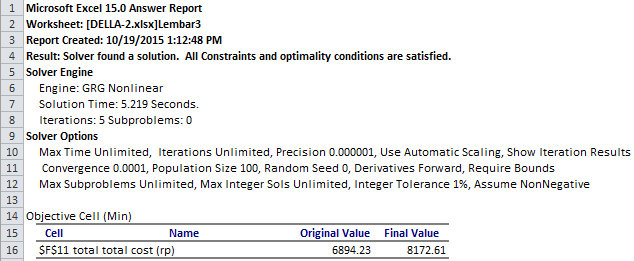
**FORMULASI II**

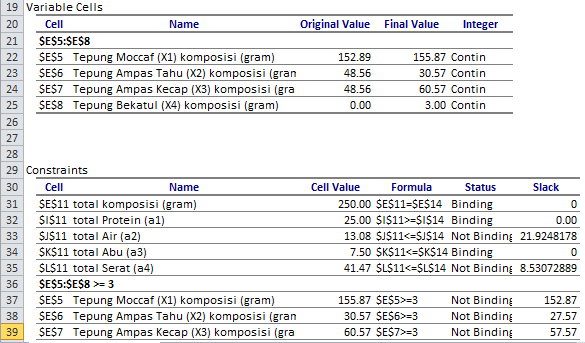
Tepung Moccaf = 62.3%

Tepung Ampas Tahu = 12.2%

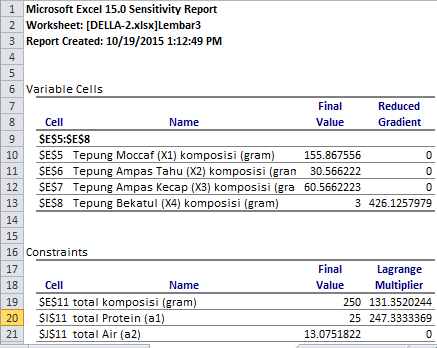
Tepung Ampas Kecap = 24.2%

Tepung Bekatul = 1.2%

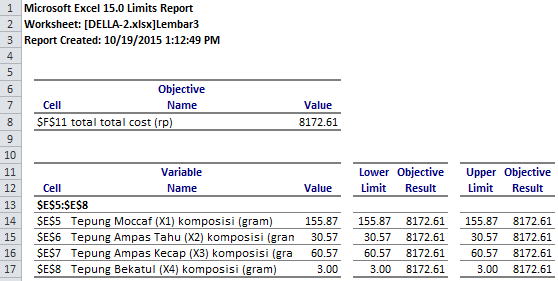


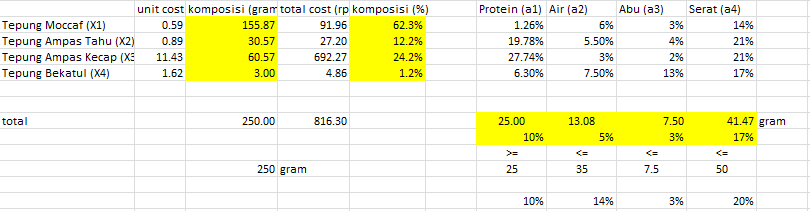










****

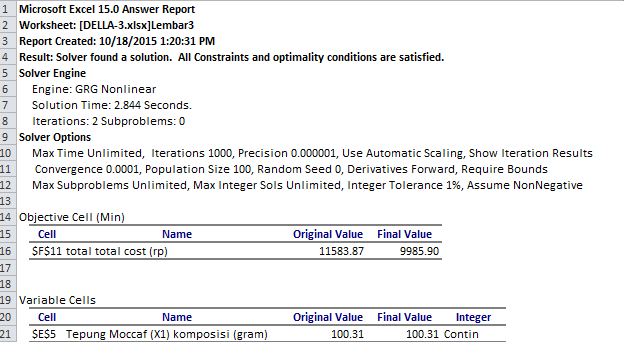
**FORMULASI III**

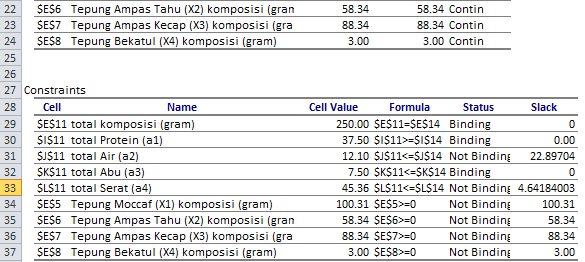
Tepung Moccaf = 40.1%

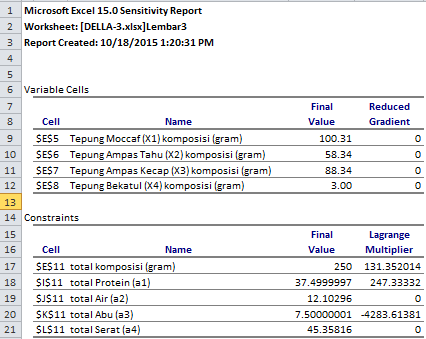
Tepung Ampas Tahu = 23.3%

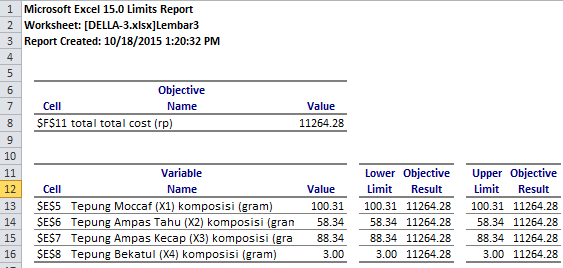
Tepung Ampas Kecap = 35.3%

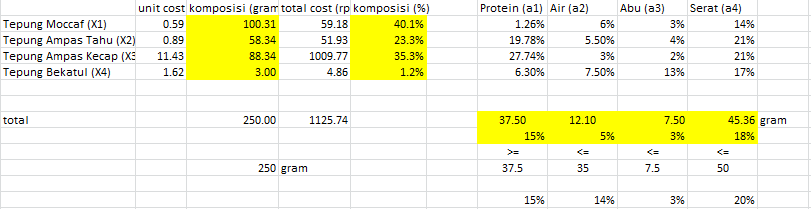
Tepung Bekatul = 1.2%









****

**LAMPIRAN 6. HASIL ANALISIS KIMIA PRODUK**

1. **Perhitungan Hasil Analisis Kadar Protein Metode Kjedahl**

**Dik : N NaOH = 0.144 N**

**FK = 6.25**

**V. Blanko = 18.00**

**BA N = 14.008**

**Ø =**

1. **Formula I (FI)**

Dik : Ws = 1.00

Tat = 16.30

1. **Formula II (FII)**

Dik : Ws = 1.00

Tat = 16.20

1. **Formula III (FIII)**

Dik : Ws = 1.00

Tat = 16.20

1. **Perhitungan Hasil Analisis Kadar Air Metode Gravimetri**
2. **Formula I (FI)**

Dik : W0 = 22.43 gram

W2 = 24.24 gram

W1 = 22.43 + 2.00 = 24.43 gram

1. **Formula (FII)**

Dik : W0 = 23.77 gram

W2 = 25.58 gram

W1 = 23.77 + 2.00 = 25.77 gram

1. **Formula III (FIII)**

Dik : W0 = 22.74 gram

W2 = 24.56 gram

W1 = 22.74 + 2.00 = 24.74 gram

1. **Perhitungan Hasil Analisis Kadar Abu Metode Gravimetri**
2. **Formula I (FI)**

Dik : W0 = 26.90 gram

W1 = 26.91 gram

Ws = 1.00 gram

1. **Formula II (FII)**

Dik : W0 = 31.00 gram

W1 = 31.01 gram

Ws = 1.00 gram

1. **Formula III (FI)**

Dik : W0 = 25.82 gram

W1 = 25.84 gram

Ws = 1.00 gram

1. **Perhitungan Hasil Analisis Kadar Serat Metode Gravimetri**
2. **Formula I (FI)**

Dik : W0 = 0.99 gram

W1 = 1.00 gram

Ws = 1.00 gram

1. **Formula II (FII)**

Dik : W0 = 1.00 gram

W1 = 1.15 gram

Ws = 1.00 gram

1. **Formula III (FIII)**

Dik : W0 = 0.99 gram

W1 = 1.15 gram

Ws = 1.00 gram

**LAMPIRAN 7. PROSEDUR DAN HASIL ANALISIS PENELITIAN UTAMA**

1. **Prosedur Analisis Kadar Vitamin B1 (Thiamin) Metode Alkalimetri (AOAC, 1999)**

Tujuan dari penetuan kadar vitamin B1 adalah untuk mengetahui dan menentukan kadar vitamin B1 yang terdapat dalam bahan pangan secara alkalimetri.

Prinsip penentuan kadar protein metode alkalimetri dengan adanya hidroklorida dalam tiamin hidroklorida dapat dititrasi dengan natrium hidroksida 0,1 N menggunakan indikator brom timol biru.

Metode Penentuan kadar Vitamin B1 adalah Lebih kurang 500 mg tiamin hidroklorida yang ditimbang seksama, dilarutkan dalam 75 mL air bebas CO2 lalu dititrasi dengan NaOH 0,1 N menggunakan indikator brom timol biru. Tiap mL NaOH 0,1 N setara dengan 33,70 gram tiamin hidroklorida.

Berat ekivalen (BE) tiamin hidroklorida pada penetapan secara alkalimetri adalah sama dengan berat molekulnya (BM). Hali ini disebabkan karena tiap 1 mol tiamin hidroklorida bereaksi dengan 1 mol NaOH.

1. Hasil Analisis Uji Kadar Vit. B1 Tepung Komposit

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Nama sampel | Berat sampel | Volume blanko ( ml) | Konsentrasi NaOH | Volume titrasi | mg thiamin HCl (gram) | Kadar Vit B (%) |
| 1 | FI | 5.0356 | 0.05 | 0.1 | 3.25 | 107.84 | 2.14 |
| 2 | FII | 5.0449 | 0.05 | 0.1 | 3.50 | 116.265 | 2.30 |
| 3 | FIII | 5.0270 | 0.05 | 0.1 | 3.15 | 104.47 | 2.08 |

Keterangan : setiap ml NaOH 0.1 N setara dengan 33.70 gram Vit B (thiamin HCl)

1. **Prosedur Analisis Kadar Vitamin B2 (Riboflavin) Metode Spektrofotometri (AOAC, 1999)**

Tujuan dari penetuan kadar vitamin B2 adalah untuk mengetahui dan menentukan kadar vitamin B2 yang terdapat dalam bahan pangan secara Spektrofotometri.

Prinsip penentuan kadar protein metode spektrofotometri adalah Larutan riboflavin dalam pH 4,0 menunjukkan absorbs maksimum (λ maks) pada 444 nm. Cara ini digunakan untuk menetapkan kemurnian riboflavin atau untuk penetapan riboflavin dilakukan dengan cara terlindung dari cahaya.

Prosedur penetapan kadar riboflavin tunggal secara spektrofotometri:

Sekitar 100 mg riboflavin yang ditimbang seksama dilarutkan dengan pemanasan dalam campuran 2 mL asam asetat glacial dan 150 mL air. Larutan selanjutnya diencerkan dengan air, didinginkan, ditambah air secukupnya hingga 1000 mL. pada 10,0 mL larutan ditambah 3,5 mL natrium asetat 0,1 M kemudian ditambah air secukupnya hingga 100 mL. kadarnya dihitung dengan menggunakan riboflavin baku sebagai pembanding.

1. **Hasil Analisis Kadar Vitamin B2 Tepung Komposit**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Konsentrasi ppm | Abs |
| 1 | 0.5 | 0.0121 |
| 2 | 1 | 0.0263 |
| 3 | 2 | 0.0428 |
| 4 | 4 | 0.0832 |
| 5 | 5 | 0.1024 |
| 6 | 6 | 0.1239 |
| 7 | 12 | 0.2467 |

Gambar 15 . Kurva Kalibrasi Standar Riboflavin

100%

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Nama sampel | Berat sampel | Abs | Kadar Riboplavin ppm | Kadar Riboplavin % ( b/b ) |
| 1 | FI | 1.0203 | 0.0352 | 1.66 | 0.16 |
| 2 | FII | 1.0045 | 0.0402 | 1.91 | 0.19 |
| 3 | FIII | 1.0112 | 0.0335 | 1.58 | 0.16 |

1. **Prosedur Analisis Kadar Karotenoid Total Metode Spektrofotometri (AOAC, 1988)**

Tujuan dari penetuan kadar karotenoid total adalah untuk mengetahui dan menentukan kadar karotenoid total yang terdapat dalam bahan pangan secara Spektrofotometri.

Prosedur penentuan kadar karotenoid total adalah : Dipipet 2ml ekstrak ke dalam 15 ml tabung sentrifus yang bersih lalu ditambahkan 4 ml dietil eter ke dalam tabung, lalu ditambahkan 0,5 ml KOH jenuh dalam air ke dalam tabung lalu di vortex tabung tersebut dengan pelan-pelan, tabung tersebut ditempatkan di tempat gelap selama 30 menit lalu divortex kembali setiap 10 menit, ambil tutup dari tabung dan ditambahkan 5 ml air, tutup kembali tabung di vortex sebentar untuk mencampurkan. Di sentrifus tabung pada 4200 rpm selama 3 menit. Lapisan eter harus mengandung semua pigmen kuning dan lapisan air harus menjadi pucat biru-hijau. Perhatikan volume eter di setiap tabung, lalu dicatat kedua lapisan dari paling atas dan bawah meniskus, dengan spektrofotometer, dibaca absorbansi maksimum ekstrak eter pada absorbansi 450-453 nm terhadap blanko (eter).

Perhitungan :

Total Karotenoid (%) :

Max abs (450-453) x 25 ml x Vol. eter (ml) x 100

259.2 x ( w.sampel (mg) x berat kering ) 2

1. **Hasil Analisis Kadar Karotenoid Total Tepung Komposit**

Total Karotenoid (%) : Max abs (450-453) x 25 ml x Vol. eter (ml) x 100

259.2 x ( w.sampel (mg) x berat kering ) 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Nama sampel | Berat sampel | Max Abs | Volume eter ( ml ) | Kadar karotenoid total |
| 1 | FI | 1.1056 | 0.3523 | 2.50 | 0.0038 |
| 2 | FII | 1.1123 | 0.4612 | 2.45 | 0.0049 |
| 3 | FIII | 1.1845 | 0.3345 | 2.90 | 0.0039 |

**LAMPIRAN 8. HASIL UJI DESKRIPSI SAMPEL TEPUNG KOMPOSIT**

**8.1 Formulir Uji Deskripsi**

**LEMBAR PENGAMATAN**

**UJI DESKRIPSI**

Nama Panelis :

Pekerjaan :

Tanggal Pengujian :

Sampel : Tepung Komposit

Tanda Tangan :

**Instruksi** **:**

Berikan tanda O atau tanda X pada setiap atribut yang saudara/i nilai .

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Atribut | Kode | Skala Nilai | | | | | | |
| Warna | FI (123) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| FII (234) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| FIII (345) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| T (456) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Tekstur | FI (123) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| FII (234) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| FIII (345) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| T (456) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Aroma | FI (123) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| FII (234) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| FIII (345) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| T (456) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

Keterangan Nilai :

1. Amat Sangat Lemah
2. Sangat Lemah
3. Lemah
4. Biasa
5. Kuat
6. Sangat Kuat
7. Amat Kuat

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Panelis** | **Sampel** | | | | | | | | | | | |
| **Formula I (123)** | | | **Formula II (234)** | | | **Formula III (345)** | | | **Tepung Terigu (456)** | | |
| W | T | A | W | T | A | W | T | A | W | T | A |
| 1 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 6 |
| 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 5 | 3 | 2 | 5 | 4 | 6 | 5 | 6 |
| 3 | 2 | 6 | 3 | 4 | 5 | 4 | 2 | 6 | 3 | 7 | 6 | 7 |
| 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 3 | 4 | 3 | 5 | 6 | 5 |
| 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 6 | 6 | 6 |
| 6 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 1 | 4 | 4 | 6 | 6 | 7 |
| 7 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 2 | 5 | 4 | 6 | 6 | 6 |
| 8 | 3 | 3 | 2 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 6 | 6 | 6 |
| 9 | 3 | 5 | 4 | 5 | 5 | 6 | 5 | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 10 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 3 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 |
| 11 | 6 | 5 | 3 | 6 | 5 | 3 | 4 | 4 | 5 | 7 | 7 | 7 |
| 12 | 5 | 6 | 4 | 6 | 5 | 2 | 5 | 6 | 5 | 7 | 7 | 7 |
| 13 | 5 | 6 | 5 | 5 | 6 | 4 | 5 | 6 | 4 | 7 | 7 | 7 |
| 14 | 6 | 5 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 7 | 7 | 7 | 6 |
| 15 | 6 | 5 | 4 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 8 | 7 | 7 | 6 |
| Jumlah | 65 | 71 | 58 | 66 | 72 | 62 | 53 | 72 | 70 | 95 | 96 | 95 |
| Rata-rata | 4.33 | 4.73 | 3.87 | 4.4 | 4.8 | 4.13 | 3.53 | 4.8 | 4.67 | 6.33 | 6.4 | 6.33 |

**7.2. Hasil Uji Deskripsi**

Gambar 16. Grafik Hasil Uji Deskripsi

**LAMPIRAN 9. PROSEDUR DAN HASIL UJI SIFAT FISIK TEPUNG KOMPOSIT**

1. **Prosedur Uji Daya Serap Air (Kadan dkk., 2003)**

Tabung sentrifus diisi 0.50 gram sampel tepung yang ditimbang berat tabung dan sampel (a), kemudian ditambahkan 5ml aquadest dan divorteks. Selanjutnya didiamkan selama 30 menit kemudian disentrifuse 2000 rpm selama 15 menit, didekantasi dan ditimbang beratnya (b).

**Perhitungan :**

1. **Hasil Uji Daya Serap Air Tepung Komposit**

Dik : Ws = 0.50 gr

Volume = 5 ml

1. **Formula I (FI)**

Berat Tabung = 10.69 gr

Berat Tabung + hasil dekantasi =12.78 gr

1. **Formula II (FII)**

Berat Tabung = 10.56 gr

Berat Tabung + hasil dekantasi =12.94 gr

1. **Formula III (FIII)**

Berat Tabung = 10.56 gr

Berat Tabung + hasil dekantasi =12.94 gr

1. **Prosedur Uji Derajat Putih (Balai Penelitian Padi, 1999)**

Derajat putih tepung tapioka diukur dengan menggunakan alat Kett Electric Laboratory C-100-3 Whitenessmeter.Sebelum digunakan alat dikalibrasi dengan standar derajat putih yaitu BaSO4 yang memiliki derajat putih 100% (110.8). Setelah dikalibrasi, derajat putih sampel dapat diukur dengan memasukkan sejumlah sampel dalam wadah sampel yang tersedia sampai benar-benar padat, kemudian wadah ditutup. Wadah yang telah berisi sampel dimasukkan ke dalam tempat pengukuran lalu nilai derajat putih akan keluar pada layar (A). Derajat putih diukur dengan cara sebagai berikut:

Keterangan :

DP = Derajat Putih (%)

A = Nilai yang terbaca pada alat

1. **Hasil Uji Derajat Putih Tepung Komposit**
2. Formula I

A = 52.45

1. Formula II

A = 53.48

1. Formula III

A = 60.65

1. **Uji baking expansion (Demiate, dkk., 2000).**

Sebanyak 24 g pati ditambah 30 ml akuades, lalu digelatinisasikan. Adonan lalu dioven pada suhu 200oC selama 25 menit. Hasil panggangan kemudian didinginkan, ditimbang, kemudian dilapisi permukaannya dengan pencelupan dalam parafin. Volume hasil panggangan ditentukan dengan mencelupkan sampel dalam gelas ukur berisi air, hingga seluruh bagian terendam dan peningkatan volume tercatat. Sifat baking expansion dinyatakan dalam volume spesifik, dengan membagi volume dengan massa hasil panggangan (ml/g).

1. **Hasil Uji Baking Expansion Tepung Komposit**
2. **Formula I**

Dik : Volume Hasil Panggangan = 81 ml

Berat Hasil Panggangan = 45.58 gr

1. **Formula II**

Dik : Volume Hasil Panggangan = 93 ml

Berat Hasil Panggangan = 40.97 gr

1. **Formula III**

Dik : Volume Hasil Panggangan = 110 ml

Berat Hasil Panggangan = 52.82 gr