

Penelitian/Research

PEMANFAATAN AMPAS TAHU UNTUK TEPUNG TINGGI SERAT SEBAGAI  
ALTERNATIF BAHAN BAKU PANGAN FUNGSIONAL

*The Utilization of Tofu Pressed Cake in The Production of High Dietary Fiber Flour as an  
Alternative of Functional Food Ingredient*

Ahmad Sulaeman<sup>1</sup>, Sulistiani<sup>1</sup>, dan Dadang Supriatna<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia IPB  
Kampus IPB Darmaga, PO. Box. 220 Bogor 16002

<sup>2</sup> Balai Besar Industri Agro, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri, Departemen Perindustrian  
Jl. Ir. H. Juanda No. 11, Bogor

**ABSTRACT**

*High fiber tofu pressed cake as a by product on manufacturing tofu is possible to used for raw material on preparing alternative functional food ingredient. This research was designed to study the manufacturing of high fiber flour from tofu pressed cake. The flour flow process chart described as follow. The first flour processed from tofu fresh cake which then dried on drum dryer prior to be milled to become 60 mesh flour. The second one processed from tofu fresh cake which then pressed, sterilized, followed by soaking on sodium metabisulfite 3% for 40 minutes, pressing, freezing, drum drying, and milling to become 60 mesh flour. The third one processed from from tofu fresh cake which then pressed, sterilized, followed by soaking on sodium metabisulfite 0.1% for 40 minutes, pressing, fermentation using Neurospora sitophila mould (2,5% for 24 hours), freezing, drum drying, and milling to become 60 mesh flour. The flour was then analyzed for physicochemical, functional and sensory properties. Soaking in sodium metabisulfite 3% for 40 minutes before drying increase whiteness of flour. Fermentation with Neurospora sitophila improve protein digestibility but lower the whiteness. Soaking in sulfite and fermentation increased the flour solubility dietary fiber and decreased insoluble dietary fiber. The fiber total content in the flour ranged from 46.75 up to 56.24 % (db) and the consumption of 25 g of the flour will contribute 50% of the fiber RDA (Recognice Daily Allowance).*

*Keywords : tofu press cake, sodium metabisulfite, Neurospora sitophila, high fibre flour.*

**PENDAHULUAN**

Rendahnya konsumsi makanan yang kaya serat merupakan penyebab tingginya terjadi penyakit jantung, kanker colon, dan obesitas pada masyarakat Barat (Lupton and Turner, 2000). *The American Dietetic Association* menyarankan bahwa 10 – 13 g serat dikonsumsi untuk tiap 1000 kcal energi atau untuk rata-rata orang dewasa perlu mengkonsumsi sekitar 24 – 30 g per hari (Lupton and Turner, 2000).

Masyarakat yang lebih maju saat ini mengharapkan makanan bukan hanya dapat mencukupi kebutuhan akan zat gizinya, namun juga dapat memberikan manfaat lain yang dapat menambah kesehatan dan kebugaran tubuhnya. Kecenderungan ini membuka pasar baru untuk kelompok makanan yang populer dengan sebutan pangan fungsional, *nutraceutical* atau makanan kesehatan. Hal ini tidaklah mengherankan karena kecenderungan

yang sama terjadi di seluruh dunia sebagai dampak dari globalisasi. Hollingsworth (2000) melaporkan bahwa industri makanan sehat atau makanan menyehatkan termasuk *nutraceuticals*, *supplement*, organik dan makanan alami telah tumbuh 10-20% pertahun dalam penjualannya. Heasman dan Mellentin sebagaimana dikutip oleh Hasler (2002) menguraikan tiga dinamika kunci yang memacu pengembangan makanan fungsional yaitu: perubahan konsumen dan gaya hidup, dorongan ekonomi, dan ilmu gizi baru.

Menurut Jenie (2003), pangan fungsional adalah makanan yang dirancang tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan dasar akan energi, makronutrien (protein, karbohidrat, lemak) dan mikronutrien (vitamin dan mineral) tetapi juga memberi manfaat tambahan secara nutrisional dan fisiologis pada konsumen. Makanan fungsional, yang juga dikenal sebagai *nutraceuticals*, *designer foods*, *medicinal foods*, *therapeutic foods*,

*superfoods*, *foodiceuticals*, dan *medifoods*, dapat didefinisikan sebagai makanan yang mengandung komponen yang menunjang kesehatan di luar zat-zat gizi tradisionalnya (Berner and O'Donnell, 1998). Komponen-komponen tersebut antara lain adalah 1) serat makanan (*dietary fiber*), 2) oligosakarida, 3) alkohol gula (sugar alcohols), 4) asam amino, peptida, dan protein, 5) glikosida, 6) alkohol, 7) isoprenoid dan vitamin, 8) choline, 9) bakteri asam laktat, 10) mineral, 11) asam lemak tidak jenuh ganda (polyunsaturated fatty acids), dan 12) lain-lain (phytochemicals dan antioxidants) (Goldberg, 1994).

Sejalan dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan produk-produk makanan yang menyehatkan dan sesuai dengan rencana *dietnya*, kebutuhan bahan untuk pembuatan makanan fungsional atau makanan kesehatan juga meningkat. Pengembangan produk-produk tinggi serat, mengandung prebiotik dan rendah kalori, misalnya memerlukan bahan baku yang dapat memenuhi tujuan tersebut. Salah satu bahan baku yang belum banyak dimanfaatkan adalah ampas tahu yang merupakan limbah pengolahan kedele (tahu) yang diperkirakan berpotensi sebagai sumber serat dan komponen fungsional lainnya seperti halnya kedelai yang telah banyak diteliti dan dimanfaatkan dalam pengembangan makanan fungsional (Liu, 2000).

Pada proses pembuatan tahu dihasilkan limbah berupa ampas tahu dan *whey* tahu. Pemanfaatan ampas tahu sampai saat ini umumnya masih terbatas sebagai makanan ternak, oncom, dan tempe gembus. Pembuatan oncom itu sendiri terbatas di daerah Jawa Barat dan tempe gembus di daerah Jawa Tengah dan Jawa Timur (Imalosita, 1981). Umumnya limbah ini dibuang begitu saja dalam saluran-saluran air atau kolam yang terdapat di sekitar industri tahu sehingga dapat menimbulkan bau yang tidak sedap atau masalah lain yang lebih kompleks apabila hal ini tidak diatasi dengan baik.

Berdasarkan hasil analisis, ampas tahu masih memiliki nilai gizi yang relatif masih tinggi. Ampas tahu mengandung protein 5,0 g, dan serat 4,1 g pada kadar air 84,1 g (Depkes RI, 2001). Seperti halnya kedelai, ampas tahu sebagai hasil samping olahan kedelai juga diperkirakan masih mengandung oligosakarida yang masih tinggi serta komponen-komponen lainnya. Hal ini memungkinkan

dipergunakannya ampas tahu sebagai alternatif bahan baku pembuatan bahan fungsional untuk pembuatan makanan menyehatkan. Namun penelitian-penelitian sebelumnya, nampaknya belum banyak menggarap ampas tahu ini secara lebih serius dalam bentuk penelitian pembuatan tepung tinggi serat dan pemanfaatannya dalam pengembangan makanan fungsional.

Penelitian ini dirancang dengan tujuan untuk mempelajari pembuatan tepung tinggi serat dari ampas tahu yang dapat digunakan sebagai alternatif bahan baku pembuatan makanan fungsional (*soy fiber*). Untuk tujuan tersebut, ampas tahu diantaranya direndam dalam larutan sulfat, difermentasi, dikeringkan dan dihaluskan menjadi tepung. Tepung yang dihasilkan dicoba digunakan sebagai bahan fungsional untuk campuran produk minuman, sosis dan nugget.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas tahu segar yang diperoleh dari hasil samping pengolahan tahu Sumedang di Darmaga, Bogor. Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah bahan kimia untuk keperluan analisis serta natrium bisulfat sebagai antioksidan, mencegah reaksi *browning* sekaligus sebagai bahan pengawet. Serta kapang oncom merah (*Neurospora sitophila*) untuk memfermentasi sebagian ampas tahu.

Alat-alat yang digunakan antara lain *Drum Dryer*, *Photoelectric Whiteness Meter for Powder*, *Willey Mill*, *Autoclave*, timbangan, pengepres tahu, sentrifuse, *waring blender*, saringan, soxhlet, labu kjeldahl, oven, tanur, labu lemak, pH meter, HPLC (Waters 440) dan alat bantu lain untuk analisis.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Percobaan Makanan, Laboratorium Pengujian Organoleptik, Laboratorium Analisis Kimia Makanan, Laboratorium Sanitasi dan Keamanan Pangan Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga Fakultas Ekologi Manusia dan *Pilot Plant* Pusat Studi Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor serta Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Departemen Pertanian Bogor.

## Metode

Pembuatan tepung ampas tahu dilakukan dengan cara *trial and error*. Tahap-tahap pembuatan tepung ampas tahu yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengepresan, sterilisasi, perendaman dengan larutan  $\text{NaHSO}_3$ , pengepresan, fermentasi pada sebagian ampas tahu dengan menggunakan *Neurospora sitophila* (2,5%) selama 24 jam, pembekuan, pengeringan dengan menggunakan *drum dryer* pada tekanan 3 bar, penghalusan tepung hingga didapatkan tepung yang berukuran 60 mesh.

Proses pembuatan tepung ampas tahu dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, tiga jenis perlakuan dalam pembuatan tepung ampas tahu diaplikasikan dalam penelitian ini yaitu 1)  $A_0$  tepung tanpa perlakuan fermentasi dan perendaman  $\text{NaHSO}_3$  atau tepung kontrol; 2)  $A_1$  tepung dengan perlakuan perendaman  $\text{NaHSO}_3$  3% tanpa fermentasi; 3)  $A_2$  tepung dengan perlakuan fermentasi dan perendaman  $\text{NaHSO}_3$  0,1%.

Penelitian pendahuluan dilakukan selain menganalisis sifat kimia ampas tahu juga untuk menentukan waktu perendaman  $\text{NaHSO}_3$  yang terbaik dengan analisis derajat putih, dan penentuan lama fermentasi dengan nilai daya cerna protein tepung. Karakterisasi tepung ampas tahu dilakukan untuk mengetahui pengaruh perendaman  $\text{NaHSO}_3$ , fermentasi dengan *Neurospora sitophila* pada sebagian ampas tahu terhadap nilai sifat fisiko kimiawi dan sifat fungsional serta sifat organoleptik dari tepung ampas tahu yang dihasilkan.

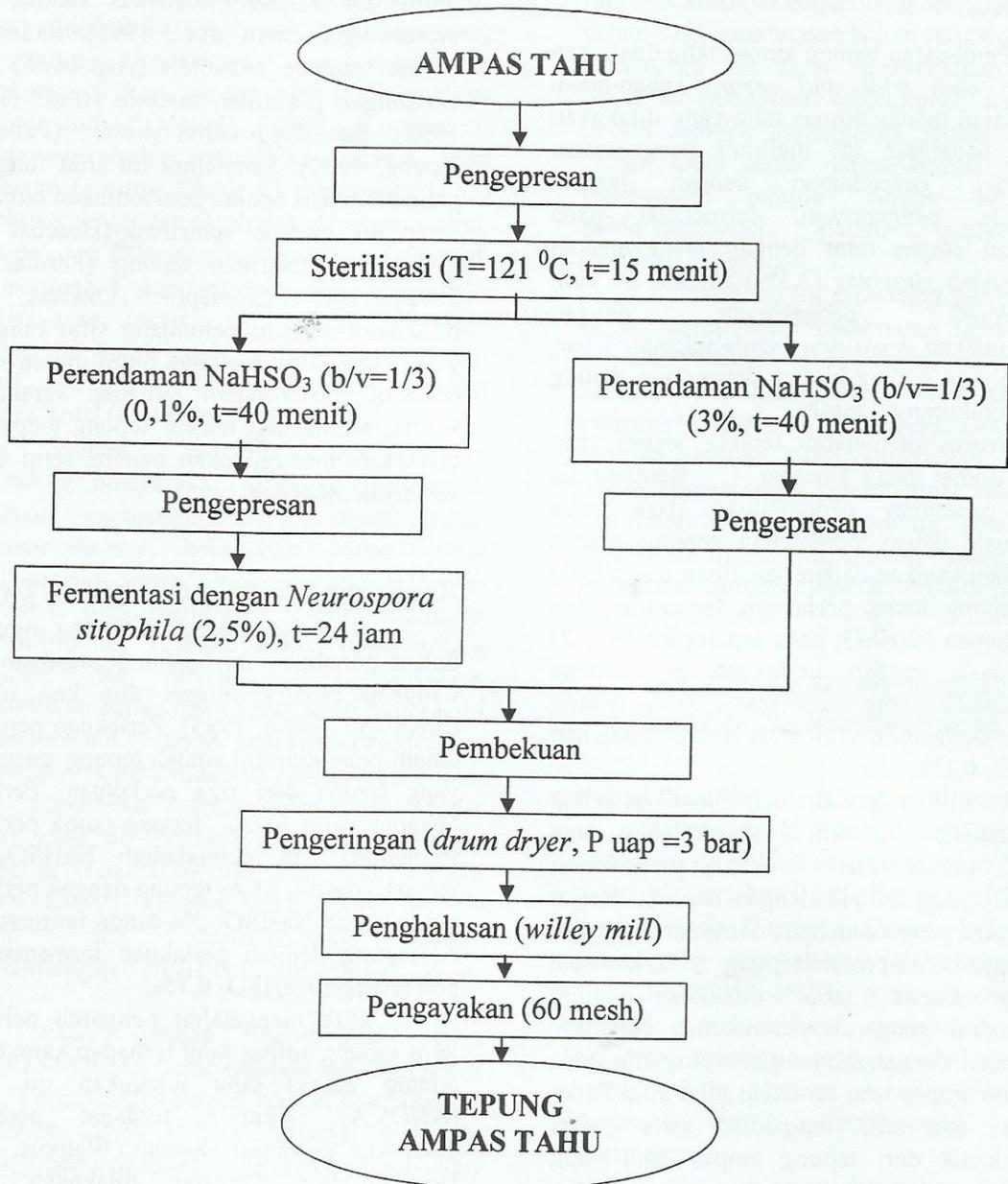
Sifat fisiko kimia yang dianalisis dibatasi meliputi derajat putih (*Photoelectric Whiteness*

*Meter for Powder*), densitas kamba, kadar protein (Sulaeman *dkk.*, 1995), kadar serat pangan metode enzimatis (Asp *et.al.*, 1983), kandungan  $\beta$ -karoten metode HPLC (Parker, 1992), dan daya cerna protein (Pellet dan Young, 1980). Sementara itu sifat fungsional yang dianalisis adalah pembentukan buih, daya serap air metode sentrifusi (Beuchat *et.al.*, 1975) dan kelarutan tepung (Fardiaz *dkk.*, 1992). Uji organoleptik (Lawless, 1998) dilakukan sebagai penunjang sifat fungsional yaitu mencakup penilaian mutu inderawi serta hedonik (penerimaan) terhadap karakteristik warna, aroma dan tekstur tepung ampas tahu dilakukan menggunakan panelis semi terlatih sebanyak 30 orang.

## Rancangan Penelitian dan Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua kali ulangan (Steel and Torrie, 1995). Perlakuan percobaan dalam penelitian ini adalah tepung ampas tahu yang terdiri dari tiga perlakuan. Perlakuan tersebut yaitu 1)  $A_0$  tepung tanpa perlakuan fermentasi dan perendaman  $\text{NaHSO}_3$  atau tepung kontrol; 2)  $A_1$  tepung dengan perlakuan perendaman  $\text{NaHSO}_3$  3% tanpa fermentasi; 3)  $A_2$  tepung dengan perlakuan fermentasi dan perendaman  $\text{NaHSO}_3$  0,1%.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan jenis tepung ampas tahu terhadap karakteristik tepung ampas tahu dilakukan uji ragam (ANOVA). Apabila terdapat perbedaan dilakukan uji lanjut Duncan (Walpole, 1995). Uji korelasi Pearson dilakukan untuk mengetahui korelasi (hubungan) antar variabel nilai fisiko kimia, fungsional, mikrobiologi, dan organoleptik tepung ampas tahu.



Gambar 1. Proses Pembuatan Tepung Ampas Tahu

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### PENELITIAN PENDAHULUAN

#### Analisis Sifat Kimia Ampas Tahu.

Analisis sifat kimia ampas tahu yang digunakan meliputi analisis kadar air, protein, lemak, abu, karbohidrat dan serat pangan (larut, tidak larut dan total serat pangan). Data hasil analisis sifat kimia ampas tahu dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil uji kimia ampas tahu pada Tabel 1, diketahui bahwa bahan

baku ampas tahu yang digunakan memiliki kadar air 89,88% dan protein 1,32%. Sedangkan menurut hasil penelitian Imalosita (1981), kadar protein ampas tahu rata-rata sekitar 5,27-5,91% dengan kadar air 89%. Rendahnya kandungan protein ampas tahu yang digunakan diduga disebabkan adanya proses pemasakan bubur kedelai sebelum dilakukan penyaringan dalam pembuatan tahu Sumedang pada pabrik tersebut serta perbedaan bahan baku kedelai yang digunakan.

Tabel 1. Data Hasil Analisis Kimiawi Ampas Tahu

Komposisi Kimia	Nilai
Air (%)	89,88
Protein (% bk)	13,07
Lemak (% bk)	21,68
Abu (% bk)	3,18
Karbohidrat (% bk)	62,49
Total serat pangan (% bk)	56,26
-Serat pangan tidak larut (% bk)	46,76
-Serat pangan larut (% bk)	9,50

Menurut Imalosita (1981), perbedaan kadar protein dalam ampas tahu tergantung dari proses penggilingan, perlakuan untuk penyaringan dan efisiensi penyaringan. Semakin efisien mesin giling, semakin banyak protein yang bisa diekstrak dari kedelainya. Ampas yang diperoleh dari bubur yang disaring tanpa pemasakan mempunyai kadar protein yang lebih tinggi daripada ampas yang diperoleh dari bubur yang sudah dididihkan. Menurut Shurtleff dan Aoyagi (1975), ampas tahu masih mengandung 17% dari jumlah protein kedelai. Bila kadar protein kedelai sebesar kurang lebih 35%, maka kadar protein yang terdapat pada ampas tahu sebesar kurang lebih 6%.

Kadar lemak dan karbohidrat ampas tahu yang digunakan jauh lebih tinggi yaitu 21,68% (bk) dan 62,49% (bk) dibandingkan kadar lemak dan karbohidrat ampas tahu menurut Departemen Kesehatan RI (2001), yaitu 13,21% (bk) dan 50,94% (bk). Kadar abu ampas tahu yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 3,18% (bk), hasil ini berbeda dengan kadar abu ampas tahu menurut Departemen Kesehatan RI (2001), yaitu 3,77% (bk). Perbedaan hasil ini diduga disebabkan adanya perbedaan pemakaian jenis kedelai, serta proses yang digunakan dalam pembuatan tahu.

Komponen utama dalam ampas tahu adalah karbohidrat. Menurut Winarno (1995), pada umumnya karbohidrat dapat dikelompokkan menjadi monosakarida, oligosakarida dan polisakarida. Serat pangan merupakan salah satu komponen polisakarida. Karbohidrat ampas tahu yaitu sebesar 62,49% (bk), terdiri dari 56,26% (bk) total serat pangan (46,76 % serat pangan tidak larut dan 9,50 % serat pangan larut)

dan 6,23 % (bk) karbohidrat jenis lain. Karbohidrat jenis lain ini diduga dapat berupa pati, oligosakarida atau yang lainnya. Ungkapan ini didukung oleh Macfarlane dan Cummings (2000) bahwa komponen utama karbohidrat pada kacang-kacangan adalah oligosakarida seperti raffinosa dan stakiosa. Berdasarkan hal tersebut, karena ampas tahu merupakan hasil samping olahan kacang kedelai yang masih mengandung oligosakarida maka ampas tahu diduga juga mengandung prebiotik. Prebiotik adalah bahan karbohidrat kompleks yang tidak dapat dicerna misalnya oligosakarida yang diperlukan untuk efektifitas pertumbuhan bakteri probiotik di dalam kolon (Shah, 2001).

### Kajian Proses Pembuatan Tepung Ampas Tahu.

Seperti dijelaskan pada metode di atas bahwa penelitian pendahuluan dilakukan untuk menentukan waktu perendaman  $\text{NaHSO}_3$  yang terbaik yaitu dengan analisis derajat putih, dan penentuan lama fermentasi dengan nilai daya cerna protein tepung yang dihasilkan. Tahap-tahap pembuatan tepung ampas tahu yang dilakukan dalam penelitian pendahuluan ini meliputi pengepresan, sterilisasi, perendaman dengan larutan  $\text{NaHSO}_3$ , pengepresan, fermentasi pada sebagian ampas tahu dengan menggunakan *Neurospora sitophila* (2,5%) selama 24 jam, pembekuan, pengeringan dengan menggunakan *drum dryer* pada tekanan uap 3 bar, penghalusan dengan *willey mill* hingga didapatkan tepung yang berukuran 60 mesh.

**Perendaman  $\text{NaHSO}_3$ .** Sulfurisasi yang dilakukan dalam proses pengolahan ini berupa proses perendaman ampas tahu dalam larutan  $\text{NaHSO}_3$  (b/v = 1:3). Fungsi utama sulfit dalam bahan pangan yaitu dapat berperan sebagai antioksidan, penghambat enzim, menghambat reaksi maillard, agen reduksi, dan agen mikrobial (Gould and Russel, 1991). Waktu perendaman larutan  $\text{NaHSO}_3$  didapatkan dari hasil *trial and error*, yaitu selama 40 menit untuk perlakuan ampas tahu yang akan difermentasi maupun yang tidak mengalami fermentasi.

Parameter penentuan waktu perendaman serta konsentrasi larutan  $\text{NaHSO}_3$  ini berdasarkan hasil fermentasi pada sebagian ampas tahu serta nilai derajat putih

pada tepung ampas tahu non fermentasi. Pada perlakuan ampas tahu yang difermentasi, kapang oncom merah (*Neurospora sitophila*) tumbuh dengan optimal pada perendaman larutan  $\text{NaHSO}_3$  0,1% selama 40 menit. Adapun nilai derajat putih tepung ampas tahu non fermentasi dengan perlakuan waktu perendaman  $\text{NaHSO}_3$  (0,05%) ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Waktu Perendaman  $\text{NaHSO}_3$  (0,05%) terhadap Nilai Derajat Putih Tepung Ampas Tahu Non Fermentasi

Perlakuan	Nilai Derajat Putih (%)
Perendaman 20'	44,75 <sup>a</sup>
Perendaman 40'	44,25 <sup>a</sup>
Perendaman 60'	42,75 <sup>a</sup>

Keterangan : Huruf yang sama setelah angka menyatakan tidak berbeda nyata

Hasil uji ragam menunjukkan bahwa waktu perendaman  $\text{NaHSO}_3$  tidak berpengaruh nyata terhadap nilai derajat putih tepung ampas tahu non fermentasi ( $p > 0,05$ ). Untuk meminimalisasi perbedaan perlakuan antara tepung ampas tahu yang mengalami fermentasi pada proses pengolahannya dengan tepung ampas tahu tanpa fermentasi, maka dipilih waktu perendaman selama 40 menit untuk perlakuan non fermentasi dengan nilai derajat putih sebesar 44,25%.

Setelah pemilihan waktu perendaman, dilakukan *trial and error* untuk penentuan konsentrasi larutan  $\text{NaHSO}_3$  hingga didapatkan nilai derajat putih yang optimal pada jenis tepung non fermentasi. Nilai derajat putih tepung ampas tahu yang dihasilkan berkisar antara 54,50% sampai dengan 49,62% (Tabel 3). Berdasarkan data Tabel 3, tepung ampas tahu yang direndam dengan konsentrasi  $\text{NaHSO}_3$  3% memiliki nilai derajat putih tertinggi yaitu 54,5% dan tepung ampas tahu yang direndam dengan konsentrasi  $\text{NaHSO}_3$  1% memiliki nilai derajat putih terendah yaitu 51,25%. Berdasarkan hasil tersebut, dalam pembuatan tepung ampas tahu non fermentasi dipilih konsentrasi  $\text{NaHSO}_3$  3% dengan waktu perendaman 40 menit. Ampas tahu yang didapat hanya mengalami proses pengeringan (*drum dryer*,  $P_{uap} = 3$  bar), dan

penghalusan (*willey mill*) hingga didapatkan tepung ampas tahu berukuran 60 mesh.

Tabel 3. Pengaruh Konsentrasi  $\text{NaHSO}_3$  terhadap Nilai Derajat Putih Tepung Ampas Tahu

Perlakuan	Nilai Derajat Putih (%)
Tanpa fermentasi dan $\text{NaHSO}_3$	49,62
$\text{NaHSO}_3$ 1%	51,25
$\text{NaHSO}_3$ 2%	53,00
$\text{NaHSO}_3$ 3%	54,50
$\text{NaHSO}_3$ 4%	53,00
$\text{NaHSO}_3$ 5%	53,50

**Fermentasi.** Proses fermentasi pada sebagian ampas tahu bertujuan untuk merubah komponen kompleks menjadi sederhana sehingga akan meningkatkan sifat fungsional dari tepung ampas tahu. Dalam proses fermentasi digunakan kapang oncom merah (*Neurospora sitophila*) yang ditambahkan sebanyak 2,5% selama 24 jam. Penentuan waktu fermentasi berdasarkan hasil *trial and error* yang mengacu pada hasil analisis daya cerna protein tepung ampas tahu serta pertumbuhan kapang pada ampas tahu.

Nilai daya cerna protein tepung ampas tahu yang mengalami proses fermentasi selama 12 jam (83,18%) lebih rendah dibandingkan dengan nilai daya cerna protein tepung ampas tahu yang mengalami proses fermentasi selama 24 jam (89,31%), seperti terlihat pada Tabel 4. Selain itu, kapang oncom merah (*Neurospora sitophila*) tumbuh lebih optimal pada waktu fermentasi ampas tahu 24 jam dibandingkan dengan ampas tahu yang difermentasi selama 12 jam.

Tabel 4. Pengaruh Lamanya Proses Fermentasi Ampas Tahu terhadap Nilai Daya Cerna Protein Tepung Ampas Tahu

Perlakuan	Nilai Daya Cerna Protein (%)
Fermentasi 12 jam	83,18
Fermentasi 24 jam	89,31

Proses fermentasi ini selain mempengaruhi sifat kimiawi tepung juga mempengaruhi sifat fisik tepung ampas

tahu. Hal tersebut ditandai dengan menurunnya nilai derajat putih tepung pada perlakuan fermentasi 12 serta 24 jam yaitu sebesar 44,5% dan 43,75% dibandingkan dengan nilai derajat putih tepung ampas tahu tanpa perlakuan fermentasi dan perendaman  $\text{NaHSO}_3$  yaitu sebesar 49,62%, seperti terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh Waktu Lamanya Fermentasi terhadap Nilai Derajat Putih Tepung Ampas Tahu

Perlakuan	Nilai Derajat Putih (%)
Tanpa fermentasi dan $\text{NaHSO}_3$	49,62
Fermentasi 12 jam	44,50
Fermentasi 24 jam	43,75

Menurunnya derajat putih tepung ampas tahu yang mengalami proses fermentasi seperti pada data Tabel 5 tersebut, diduga disebabkan oleh adanya warna kuning kemerahan akibat pertumbuhan kapang hasil proses fermentasi ampas tahu. Proses fermentasi ini dapat meningkatkan sifat fungsional tepung ampas tahu. Hal ini terlihat pada hasil uji kimia tepung ampas tahu pada tahap penelitian selanjutnya, dimana proses fermentasi diduga dapat meningkatkan kandungan  $\beta$ -karoten pada tepung ampas tahu.

Berdasarkan hasil analisis daya cerna protein serta pertumbuhan kapang pada ampas tahu, maka dipilihlah waktu fermentasi selama 24 jam. Pada waktu fermentasi 24 jam tersebut menghasilkan ampas tahu dengan nilai daya cerna protein tertinggi serta pertumbuhan kapang yang paling optimal.

## PENELITIAN LANJUTAN

Berdasarkan penelitian pendahuluan pembuatan tepung ampas tahu, dihasilkan tiga jenis tepung ampas tahu yaitu :

- 1) tepung  $A_0$  dengan perlakuan: pengeringan (*drum dryer*, P uap = 3 bar), penghalusan (*willey mill*) hingga didapatkan tepung ampas tahu yang berukuran 60 mesh;
- 2) tepung  $A_1$  dengan perlakuan: pengepresan, sterilisasi, perendaman  $\text{NaHSO}_3$  (3% selama 40 menit), pengepresan, pembekuan, pengeringan (*drum dryer*, P uap = 3 bar), penghalusan (*willey mill*) hingga didapatkan tepung ampas tahu yang berukuran 60 mesh;
- 3) tepung  $A_2$  dengan perlakuan: pengepresan, sterilisasi, perendaman  $\text{NaHSO}_3$  (0,1% selama 40 menit), pengepresan, fermentasi dengan *Neurospora sitophila* (2,5% selama 24 jam), pembekuan, pengeringan (*drum dryer*, P uap = 3 bar), penghalusan (*willey mill*) hingga didapatkan tepung ampas tahu yang berukuran 60 mesh.

Selanjutnya untuk melihat karakteristik ketiga jenis tepung tersebut dilakukan pengujian karakteristik fisiko kimia, fungsional, dan organoleptik.

## Karakteristik Fisiko Kimia Tepung Ampas Tahu

Pada pelaksanaan penelitian karakteristik fisiko kimia produk tepung ampas tahu diamati secara lengkap. Namun demikian dalam tulisan ini dibatasi hanya dibahas sifat-sifat yang memberikan efek khusus dapat atau tidaknya menunjukkan bahwa produk tersebut sebagai bahan atau produk fungsional. Hasil beberapa karakteristik fisiko kimia tepung ampas tahu yang dibahas dalam tulisan ini dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Karakteristik Fisiko Kimia Tepung Ampas Tahu

Karakteristik	Perlakuan		
	$A_0$	$A_1$	$A_2$
Air %	8,25 <sup>a</sup>	5,74 <sup>b</sup>	8,12 <sup>a</sup>
Densitas kamba (g/ml)	0,25 <sup>a</sup>	0,31 <sup>b</sup>	0,34 <sup>b</sup>
Total serat pangan (% bk)	56,24 <sup>a</sup>	50,62 <sup>ab</sup>	46,75 <sup>b</sup>
- Serat pangan tidak larut (% bk)	46,60 <sup>a</sup>	40,59 <sup>b</sup>	36,79 <sup>c</sup>
- Serat pangan larut (% bk)	9,54 <sup>a</sup>	10,03 <sup>a</sup>	9,96 <sup>a</sup>
$\beta$ -karoten ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ bk)	275,76 <sup>a</sup>	707,39 <sup>a</sup>	2779,85 <sup>b</sup>
Nilai daya cerna protein (%)	87,30 <sup>a</sup>	78,84 <sup>a</sup>	89,31 <sup>a</sup>

Keterangan : Huruf yang sama setelah angka pada baris yang sama menyatakan tidak berbeda nyata

**Kadar Air.** Ampas tahu segar yang digunakan memiliki kadar air 89,88%. Setelah mengalami proses pengolahan, kadar air tepung ampas tahu yang dihasilkan berkisar antara 5,74-8,25% (Tabel 6). Sampai saat tulisan ini dibuat SNI tepung ampas tahu belum ada, sehingga dilakukan pendekatan dengan SNI tepung singkong. Kadar air tepung ampas tahu masih berada dalam rentang kadar air yang diperbolehkan pada SNI tepung singkong yaitu maksimal 12%. Secara statistik kadar air perlakuan  $A_1$  berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan perlakuan  $A_0$  dan  $A_2$ . Hal ini diduga perlakuan perendaman menggunakan larutan  $\text{NaHSO}_3$  3 % mempermudah proses pengeringan sehingga kadar air pada produk tepung ampas tahu menjadi sangat rendah.

**Densitas Kamba.** Densitas kamba adalah perbandingan bobot bahan dengan volume yang ditempatinya, termasuk ruang kosong di antara butiran bahan (Irawati dan Syarif, 1988). Seperti terlihat pada Table 6, densitas kamba berkisar antara 0,25 g/ml sampai dengan 0,34 g/ml. Berdasarkan data dari Tabel 6 terlihat bahwa densitas kamba tepung yang diberi perlakuan berbeda nyata dengan tepung kontrol ( $A_0$ ). Densitas kamba terbesar 0,34 g/ml dicapai oleh perlakuan ( $A_2$ ) yaitu dengan perlakuan fermentasi walaupun tidak berbeda nyata dengan perlakuan perendaman ( $A_1$ ). Hal tersebut diduga sesuai pernyataan Gordon (1989) bahwa densitas kamba bahan pangan dipengaruhi kadar serat pangan bahan tersebut. Densitas kamba berbanding terbalik dengan kadar total serat pangan, dengan kata lain seperti terlihat pada Tabel 6 di atas semakin besar nilai total serat pangan semakin kecil nilai densitas kamba atau semakin besar nilai kekambaan bahan tersebut.

**Serat pangan.** Perlakuan dalam pembuatan tepung menyebabkan total serat pangan tepung perlakuan  $A_2$  berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan perlakuan kontrol ( $A_0$ ) seperti terlihat pada Tabel 6. Hal ini diduga bahan ampas tahu yang direndam larutan sulfit sekaligus difermentasi total serat pangannya sebagian rusak, sehingga nilai total serat pangan tersebut menjadi lebih kecil dibanding kontrol. Sementara itu total serat pangan perlakuan kontrol ( $A_0$ ) dengan perlakuan  $A_1$  dan  $A_2$  tidak berbeda nyata.

Total serat pangan tepung ampas tahu seperti terlihat pada data Tabel 6 berkisar antara 46,75-56,24 %. Sebagai salah satu alternatif untuk mencukupi kebutuhan serat, dalam 100 g tepung ampas tahu mampu memenuhi kebutuhan serat pangan (*dietary fiber*) dari tepung  $A_0$  : 206% AKG (Angka Kecukupan Gizi), tepung  $A_1$  : 190,88% AKG dan tepung  $A_2$  : 171,76% AKG. Menurut Nutrition Labeling and Education Act (1994), bahan pangan dapat dikatakan tinggi (*high*) serat pangan apabila dapat mencukupi  $\geq 20\%$  AKG, sehingga tepung ampas tahu ini dapat diklaim sebagai pangan tinggi serat.

**Kadar  $\beta$ -karoten.** Kadar  $\beta$ -karoten tepung ampas tahu berkisar antara 275,76-2779,85  $\mu\text{g}/100\text{g}$  (Tabel 6). Secara statistik kandungan  $\beta$ -karoten tepung perlakuan  $A_2$  berbeda sangat nyata ( $P < 0,05$ ) dengan perlakuan lainnya. Kandungan  $\beta$ -karoten tepung  $A_2$  secara nyata lebih besar dari  $A_0$  dan  $A_1$ . Meningkatnya kandungan  $\beta$ -karoten tepung ampas tahu yang mengalami fermentasi dalam proses pengolahannya diduga disebabkan adanya aktifitas *Neurospora sitophila*. Seperti terjadi pada penelitian yang menggunakan bahan lain bahwa kapang oncom merah (*Neurospora sitophila*) pada substrat limbar cair tapioka menghasilkan pigmen karotenoid dengan  $\beta$ -karoten sebagai komponen fraksi tertinggi (Mappiratu, 1990).

**Nilai daya cerna protein.** Tepung ampas tahu memiliki nilai daya cerna protein berkisar antara 78,84-89,31% (Tabel 6). Berdasarkan data nilai daya cerna protein pada Tabel 6 tersebut terlihat kecenderungan meningkatnya daya cerna dengan adanya perlakuan fermentasi. Hal ini diduga seperti dijelaskan oleh Van Veen *et.al.*, (1968) bahwa karena adanya proses fermentasi oleh kapang *Neurospora sitophila* menyebabkan struktur kimia bahan-bahan yang tidak larut menjadi lebih sederhana

#### **Karakteristik Fungsional Tepung Ampas Tahu**

Berdasarkan karakteristik fisikokimia produk tepung ampas tahu yang sudah dibahas di atas, tepung ini dapat berfungsi atau digunakan untuk alternatif bahan atau produk fungsional. Untuk mengetahui karakteristik fungsional tepung tahu dalam perancangan produk fungsional tersebut maka tepung tahu

tersebut dicoba dibuat sebagai bahan fungsional produk minuman, sosis dan nuget. Oleh karena itu maka karakteristik fungsionalnya yang diamati yaitu pembentukan buih, daya serap air dan

kelarutannya. Kemampuan pembentukan buih oleh tepung ampas tahu dinyatakan dalam kapasitas dan stabilitas buih. Nilai karakteristik fungsional tepung ampas tahu hasil penelitian disajikan seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Karakteristik Fungsional Tepung Ampas Tahu

Hasil Analisa	Perlakuan		
	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>
Kapasitas buih (%)	130,52 <sup>a</sup>	136,70 <sup>a</sup>	122,62 <sup>a</sup>
Stabilitas buih (%)	94,18 <sup>a</sup>	80,77 <sup>a</sup>	82,70 <sup>a</sup>
Daya serap air (g/g)	9,42 <sup>a</sup>	8,51 <sup>a</sup>	6,74 <sup>b</sup>
Kelarutan (%)	9,09 <sup>a</sup>	29,03 <sup>b</sup>	26,31 <sup>b</sup>

Keterangan : Huruf yang sama setelah angka menyatakan tidak berbeda nyata

**Kapasitas buih.** Kapasitas buih merupakan kemampuan untuk membentuk buih setelah dikocok selama waktu tertentu. Kapasitas buih tepung ampas tahu berkisar antara 122,62-136,70% (Tabel 7). Hasil uji ragam menyatakan bahwa kapasitas buih tepung ampas tahu ketiga perlakuan tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ).

**Stabilitas buih.** Stabilitas buih adalah ukuran kemampuan bahan untuk mempertahankan buih. Pengukuran stabilitas buih dilakukan selama 1 jam setelah pengocokan. Stabilitas buih tepung ampas tahu berkisar antara 80,77-94,18% (Tabel 7). Hasil uji ragam menunjukkan bahwa stabilitas buih ketiga jenis tepung tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ).

Tepung dengan perlakuan perendaman  $\text{NaHSO}_3$  3 % tanpa fermentasi (A<sub>1</sub>) memiliki kapasitas buih paling tinggi tetapi dengan stabilitas buih terendah. Hal ini diduga disebabkan adanya proses perendaman natrium bisulfit sebesar 3 % pada bahan. Sesuai yang dilaporkan Cherry dan Mc Watters (1981), bahwa adanya garam pada suspensi protein kedelai menyebabkan terbentuknya buih dengan kapasitas tinggi tetapi dengan stabilitas yang rendah sebab dengan adanya garam akan mengakibatkan denaturasi prtotein sehingga pembuihannya tinggi.

**Daya serap air.** Hasil uji lanjut Duncan seperti terlihat pada Tabel 7 menunjukkan bahwa daya serap air tepung A<sub>2</sub> berbeda nyata dengan tepung A<sub>0</sub> dan A<sub>1</sub>, sedangkan tepung

A<sub>0</sub> tidak berbeda nyata dengan tepung A<sub>1</sub>. Berdasarkan data dari Tabel 7 juga terlihat bahwa nilai daya serap air yang dimiliki tepung ampas tahu sangat tinggi, yaitu dengan kisaran 6,74-9,42 g/g. Hasil uji korelasi Pearson menunjukkan daya serap air mempunyai korelasi negatif yang nyata dengan densitas kamba tepung ( $r = -0,872$ ;  $p = 0,024$ ), dan berkorelasi positif dengan serat pangan tidak larut ( $r = 0,893$ ;  $p = 0,016$ ).

Tingginya nilai penyerapan air ini diduga disebabkan oleh densitas kamba dan kandungan serat pangan yang tinggi pada tepung ampas tahu tersebut. Seperti yang disebutkan oleh Munarso (1989) bahwa daya serap air suatu bahan dipengaruhi oleh porositas, polaritas, dan komposisi kimia bahan. Porositas bahan ditunjukkan dengan nilai densitas kamba bahan tersebut, semakin besar porositas bahan maka semakin kecil densitas kambanya. Serat pangan mempunyai daya serap air yang tinggi karena ukuran polimernya yang besar, struktur kompleks dan banyak mengandung gugus hidroksil.

**Kelarutan.** Hasil kelarutan tepung ampas tahu berkisar antara 9,09-29,03% (Tabel 7). Hasil uji ragam menyatakan bahwa kelarutan ketiga jenis tepung berbeda nyata ( $p < 0,05$ ). Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa kelarutan tepung A<sub>0</sub> berbeda nyata dengan tepung A<sub>1</sub> dan A<sub>2</sub>, sedangkan tepung A<sub>1</sub> tidak berbeda nyata dengan tepung A<sub>2</sub>. Nilai kelarutan tepung kontrol (A<sub>0</sub>) berdasarkan hasil analisis seperti terlihat pada Table 7 tersebut lebih kecil dibanding tepung lainnya.

Hal ini diduga kemungkinan disebabkan pada tepung perlakuan  $A_1$  dan  $A_2$  dengan adanya proses perendaman dalam larutan natrium bisulfit, akan menghancurkan partikel-partikel bahan yang direndam, sehingga apabila selanjutnya diikuti dengan proses pengeringan akan dapat menyebabkan tingkat kelarutan yang makin tinggi. Sementara itu tepung kontrol ( $A_0$ ) dalam proses pembuatannya tidak mengalami proses perendaman dalam larutan sulfit terlebih dahulu.

### Uji Organoleptik Tepung Ampas Tahu

Bahan fungsional yang memberikan efek khusus terhadap kesehatan konsumen apabila tidak disukai tidak akan diterima di masyarakat. Untuk hal tersebut maka bahan atau produk fungsional tersebut harus diamati juga daya terimanya di masyarakat. Tepung ampas tahu yang akan digunakan sebagai bahan pembuatan produk pangan fungsional ini dipelajari nilai mutu organoleptik dan penerimaannya yaitu meliputi warna, aroma dan tekstur. Karakteristik nilai mutu organoleptik dan penerimaan konsumen terhadap tepung ampas tahu disajikan pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Rata-rata Nilai Mutu Organoleptik Tepung Ampas Tahu

Perlakuan	Nilai Mutu Inderawi		
	Warna	Aroma	Tekstur
$A_0$	6,36 <sup>a</sup>	4,42 <sup>a</sup>	6,04 <sup>a</sup>
$A_1$	6,90 <sup>a</sup>	3,35 <sup>a</sup>	6,05 <sup>a</sup>
$A_2$	4,12 <sup>b</sup>	2,80 <sup>a</sup>	5,86 <sup>a</sup>

Keterangan : Huruf yang sama setelah angka menyatakan tidak berbeda nyata

Tabel 9. Rata-rata Nilai Penerimaan terhadap Atribut Warna, Aroma, Rasa dan Tekstur Tepung Ampas Tahu

Jenis Tepung	Nilai Penerimaan		
	Warna	Aroma	Tekstur
$A_0$	6,10 <sup>a</sup>	5,64 <sup>a</sup>	6,00 <sup>a</sup>
$A_1$	6,45 <sup>a</sup>	3,94 <sup>b</sup>	5,65 <sup>a</sup>
$A_2$	4,75 <sup>b</sup>	4,74 <sup>ab</sup>	5,78 <sup>a</sup>

Keterangan : Huruf yang sama setelah angka menyatakan tidak berbeda nyata

**Warna.** Berdasarkan data dari Tabel 8, secara umum warna tepung dari ketiga perlakuan berkisar dari agak gelap sampai cerah seperti terlihat pada Gambar 2. Juga seperti terlihat pada data Tabel 8 dan Tabel 9, tepung perlakuan  $A_2$  mempunyai nilai dan penerimaan warna paling kecil dan berbeda nyata dengan tepung perlakuan  $A_1$  dan  $A_0$ . Hal ini disebabkan pada tepung  $A_2$  yang mengalami perlakuan proses fermentasi dengan kapang oncom merah terbentuk  $\beta$ -karoten sehingga nilai dan penerimaan panelis terhadap warna tepung rendah. Seperti yang terjadi pada penelitian bahan lain bahwa kapang oncom merah (*Neurospora sitophila*) pada fermentasi

substrat limbar cair tapioka menghasilkan pigmen karotenoid dengan  $\beta$ -karoten sebagai komponen fraksi tertinggi (Mappiratu, 1990).



Gambar 2. Perbedaan Warna Tepung Ampas Tahu

Nilai dan penerimaan warna tertinggi dicapai oleh tepung perlakuan  $A_1$ . Hal ini diduga disebabkan karena adanya perlakuan perendaman dalam natrium metabisulfit ( $A_1$ ) mampu meningkatkan nilai warna menjadi mendekati 7 (cerah) dibanding kontrol ( $A_0$ ) yang mendekati warna antara gelap sampai cerah. Seperti dijelaskan oleh Desrosier (1988), bahwa salah satu tujuan perlakuan sulfurasi adalah untuk mempertahankan warna. Sehingga perlakuan sulfurasi dan fermentasi dalam proses pembuatan tepung ampas tahu telah berpengaruh terhadap nilai dan penerimaan mutu warna tepung tersebut.

Seperti terlihat juga pada hasil uji korelasi Pearson yang menunjukkan bahwa penerimaan warna tepung memiliki hubungan negatif sangat nyata dengan kadar  $\beta$ -karoten tepung ( $r = -0,928$ ;  $p = 0,008$ ) dan memiliki hubungan positif yang nyata dengan nilai derajat putih tepung ( $r = 0,861$ ,  $p = 0,028$ ). Berdasarkan uji korelasi Pearson tersebut, terlihat bahwa kadar  $\beta$ -karoten tepung semakin tinggi maka penerimaan warna konsumen semakin rendah. Selain itu, uji korelasi Pearson juga menunjukkan bahwa penerimaan warna tepung memiliki hubungan positif sangat nyata dengan penilaian mutu warna tepung ( $r = 0,969$ ;  $p = 0,001$ ). Hal ini menunjukkan bahwa penilaian mutu warna tepung secara sangat nyata dapat mempengaruhi penerimaan warna tepung.

**Aroma.** Hasil uji mutu organoleptik menunjukkan bahwa nilai rata-rata mutu aroma tepung berkisar antara 2,80 (berbau) sampai 4,42 (agak tidak berbau) (Tabel 8). Uji hedonik menunjukkan aroma tepung  $A_0$  paling disukai dengan nilai rata-rata sebesar 5,64 dan tepung  $A_1$  paling tidak disukai dengan nilai rata-rata sebesar 3,94 (Tabel 9). Hal ini mungkin disebabkan adanya residu sulfit pada tepung  $A_1$  yang masih tercium dan tidak disukai oleh panelis. Dalam pembuatannya, tepung  $A_0$  tidak mengalami sulfurasi, tepung  $A_1$  direndam dengan larutan natrium bisulfit 3 % dan tepung  $A_2$  direndam larutan natrium bisulfit 0,01 %. Berdasarkan konsentrasi tersebut maka kecenderungannya tepung perlakuan  $A_2$  masih mengandung residu sulfit yang lebih besar dibanding tepung  $A_0$  dan  $A_2$ .

**Tekstur.** Nilai rata-rata mutu tekstur tepung ampas tahu berkisar antara 5,86 sampai dengan 6,05 (agak halus) (Tabel 8). Hasil uji ragam menyatakan bahwa penilaian panelis

terhadap mutu tekstur tepung ampas tahu tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ). Hasil uji hedonik pada Tabel 9 memperlihatkan bahwa tekstur tepung perlakuan kontrol ( $A_0$ ) paling disukai dengan nilai rata-rata sebesar 6,00 (agak suka). Tekstur tepung  $A_1$  paling tidak disukai dengan nilai rata-rata sebesar 5,65. Hasil uji ragam menyatakan bahwa nilai rata-rata penerimaan tekstur tepung ampas tahu tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ). Hal ini diduga disebabkan karena dalam proses pembuatannya ukuran kehalusan ketiga jenis tepung tersebut dibuat homogen yaitu sebesar 60 mesh.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### KESIMPULAN

Perlakuan perendaman dalam larutan sodium metabisulfit 3% selama 40 menit mampu meningkatkan derajat putih tepung ampas tahu yang dihasilkan dari 49,62% perlakuan tanpa perendaman menjadi 54,50 %. Perlakuan perendaman dengan sulfit dan perlakuan fermentasi mampu meningkatkan kelarutan tepung dari 9,09% perlakuan tanpa perendaman menjadi masing-masing 29,03% dan 26,31%, namun tidak secara nyata mempengaruhi densitas kamba tepung.

Perlakuan fermentasi dengan kapang oncom merah mampu meningkatkan daya cerna protein tepung ampas tahu dari 87,30% perlakuan tanpa fermentasi menjadi 89,31%, namun menurunkan derajat putih tepung yang dihasilkan dari 49,62% tanpa fermentasi menjadi 43,75%. Tepung ampas tahu dari perlakuan fermentasi juga mempunyai potensi sebagai sumber provitamin A dari 275,76  $\mu\text{g}/100\text{g}$  bk tanpa fermentasi menjadi 2779,85  $\mu\text{g}/100\text{g}$  bk.

Total serat pangan tepung ampas tahu berkisar antara 46,75-56,24 %. Sebagai salah satu alternatif untuk mencukupi kebutuhan serat, dalam 100 g tepung ampas tahu mampu memenuhi kebutuhan serat pangan (*dietary fiber*) dari tepung  $A_0$  : 206% AKG (Angka Kecukupan Gizi), tepung  $A_1$  : 190,88% AKG, dan tepung  $A_2$  : 171,76% AKG. Menurut *Nutrition Labeling and Education Act* Amerika Serikat, bahan pangan dapat dikatakan tinggi (*high*) serat pangan apabila dapat mencukupi  $\geq 20\%$  AKG, sehingga tepung ampas tahu ini dapat diklaim sebagai pangan tinggi serat.

## SARAN

Diperlukan pengembangan metode pengolahan yang lebih efisien dalam pembuatan tepung ampas tahu agar kadar serat makanan lebih tinggi dan daya terima lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asp, N.G., C.G. Johnson, H. Halmer, and M. Siljestrom. 1983. "Rapid Enzymatic Assay of Insoluble Dietary Fiber". *J. Agr. And Food Chem.* 31 : 479-482
- Berner, L. and O'Donnell, J. 1998. "Functional Foods and Health Claims Legislation: Application to Dairy Foods". *Intl. Dairy J.*, 8:355-362.
- Beuchat, I.R., J.P. Cherry and M.R. Quinn. 1975. "Physicochemical Properties of Peanut Flour as Affected by Proleolysis". *J. Agr. And Food Chem.* 23 : 616-627.
- Cherry, J.P. and K.H. Mc Watters. 1981. *Whippability and Aeration. di dalam*. J.P. Cherry (ed.). *Protein Functionality in Foods*. American Chemical Society, Washington. D.C.
- Departemen Kesehatan RI. 2001. *Daftar Komposisi Zat Gizi Pangan Indonesia*. Direktorat Gizi Departemen Kesehatan. Jakarta.
- Desrosier, N.W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Penerbit UI, Jakarta.
- Fardiaz, D., N. Andarwulan, H. Wijaya, dan N.L. Puspitasari. 1992. *Teknik Analisis Sifat Kimia dan Fungsional Komponen Pangan*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor.
- Goldberg, I. 1994. *Functional Foods, Designer Foods, Pharmafoods, Nutraceuticals*. Chapman&Hall, New York, 571p.
- Gordon, D.T. 1989. "Functional Properties vs Physiological Action of Total Dietary Fiber". *Cereal Food World*, 34:517-523.
- Gould, G.W. and J. Russel. 1991. *Sulphite. in* : Gould G.W and J. Russel (2<sup>nd</sup> ed.). *Food Preservatives*. Blacky, Glasgow and London.
- Hasler, C. M. 2002. "Research Focus at the University of Illinois". *Food Tech.* 56 (2): 21.
- Hollingsworth, P. 2000. "Marketing Trends Fueling Healthful Foods Success". *Food Tech.* 54 (10): 53-59.
- Imalosita. 1981. *Pembuatan Kecap Ampas Tahu*. Makalah yang disampaikan pada Seminar Akademik "Pemanfaatan Limbah Industri Hasil Pertanian" 17 Desember 1981. Institut Pertanian Bogor.
- Irawati, A.N.R., Syarief. 1988. *Pengetahuan Bahan Untuk Industri Pertanian*. Mediatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Jenie, B.S.L. 2003. *Pangan Fungsional Penyusun Flora Usus yang Menguntungkan*. Makalah Seminar Keseimbangan Flora Usus Bagi Kesehatan dan Kebugaran 15 Februari 2003. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Lawless, H.T. 1998. *Sensory Evaluation of Food, Principle and Practices*. New York. Chapman and Hall.
- Liu, K. 2000. "Expanding Soybean Food Utilization". *Food Tech.* 54 (7)46-58.
- Lupton, J. R. And Turner, N. D. 2000. *Dietary Fiber*. In: Biochemical and Physiological Aspects of Human Nutrition (Stipanuk, M. H. ed) pp. 143-154. W.B Saunders Co.
- Macfarlane, G.T. and N.J.H.Cummings. 2000. *Ask The Expert About Prebiotics and Probiotics*. www.heall.com. Akses tanggal 24 Mei 2004.
- Munarso, S.J. 1989. *Produk Amilase dari Kapang A. Awani var Kawachi pada Substrat Dedak untuk Pembuatan Tepung Beras Kaya Protein*. Tesis.

Fakultas Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.

Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

- Mappiratu. 1990. *Produksi Beta Karoten pada Limbah cair Tapioka dengan Kapang Oncom Merah*. Tesis. Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Nutrition Labeling and Education Act (NLEA) 1994. *Guide to Nutritional Labeling and Education Act (NLEA) Requirements*. www.fda.gov. Akses tanggal 13 Desember 2003.
- Parker. 1992. *Extraction of Carotenoid for Palm Oil*. Cornell University. New York USA.
- Pellet, P.L. dan Young V.R. 1980. *Nutritional Evaluation of Protein Foods*. The United Nations University. Tokyo.
- Shah, P. Nagendra. 2001. "Functional Foods from Probiotics and Prebiotics". *Food Technology*. 55 (11): 46 – 53.
- Shurtleff, W. and A. Aoyagi. 1975. *The Book of Tofu*. Autum Press, Massachussets. USA.
- Sulaeman, A., F.Anwar, Rimbawan dan S.A. Marliyati. 1995. *Metode Analisis Zat Gizi dan Komposisi Kimia Lainnya Dalam Makanan*. Diktat Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga, Institut Pertanian Bogor.
- Steel, R.G.D., and J.H. Torrie. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika* (B.Sumantri, Penerjemah). Gramedia, Jakarta.
- Van Ven, A.G., D.C.W. Graham & K.H. Steinkraus. 1968. Fermented Peanut Presscake. *In: Cereal Science Today*. Vol.13.
- Walpole, R.E. 1995. *Pengantar Statistika*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Widyastuti, A. 2000. *Mempelajari Proses Pembuatan Tepung Whey Tahu dengan Pengereng Drum dan Karakteristik Fisikokimia dan Fungsional Tepung yang Dihasilkan*. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas