

**TEPUNG KOMPOSIT BERBASIS TEPUNG SUKUN (*Artocarpus altilis*)  
HASIL MODIFIKASI ALKALI UNTUK PEMBUATAN BISKUIT**

*Alkaline Treated Breadfruit (*Artocarpus altilis*) - Based Composite  
Flour for the Making of Biscuit*

Yanti Meldasari Lubis<sup>1)</sup>, Sri Kumalaningsih<sup>2)</sup> dan Tri Susanto<sup>2)</sup>

1) Staf Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala,  
Nangroe Aceh Darussalam

2) Staf Pengajar Program Teknologi Hasil Pertanian Pascasarjana Unibraw, Malang

**ABSTRACT**

The objective of the research was to find out the optimum alkaline treatment to produce a light colour, starch-rich flour containing high levels of undamaged starch, intended for the making of a formulated biscuit. The research was divided into two experiments. First, a factorial randomized block design experiment with two factors: the concentration of NaOH (0.04 %, 0.06% and 0.08%) and the dipping time (15, 30, and 45 minutes). The second experiment was the use of the Linear Programming approach supported by the QSB to obtain the desirable biscuit formula.

The results of the first experiment indicated that the breadfruit flour dipped for 45 min in the 0.08% NaOH solution was the best one. The treated flour at a moisture content of 6.63% contains 60.86% starch, 22.56% amylose, 3.25% protein, 6.26% fat, and the L value (degree of Lightness) of 74.9, the water absorption index of 4.80 g/g, initiation of gelatinization temperature of 69.3°C, gelatinization temperature of 80.9°C, maximum viscosity of more than 2000 AU and undamaged granules. The best results of the second experiment was the biscuit formula containing 31.76% breadfruit flour, 20% wheat flour, 13.03% red bean flour, which meets with the nutrition requirement. The texture and breaking force of the formulated biscuit was not significantly difference with the one of the biscuit made without the addition of breadfruit flour (the control), but has the lower L value. Moreover, except the crispness, the colour, aroma and the taste of the formulated biscuit were found the best significantly different from those of the control biscuit.

**Key words:** Breadfruit flour, Alkaline Modification (NaOH), biscuit, Linier Programming Formulation

**PENDAIULUAN**

Pemanfaatan buah sukun (*Artocarpus altilis*) sebagai bahan pangan semakin penting sejak pemerintah melancarkan program diversifikasi pangan. Produksi buah sukun di Indonesia tahun 1998 adalah 25.000 ton, meningkat produksinya menjadi 35.435 ton pada tahun 2002 (Biro Pusat Statistik, 2002).

Tanaman sukun berbuah sepanjang tahun, mudah ditanam dan dirawat, dan dapat tumbuh dengan baik pada areal kering maupun marjinal dan potensial dikembangkan sebagai sumber karbohidrat (Graham and Bravo, 1981). Buah sukun

mempiliki kandungan protein 1,3 g, lemak 0,3 g, karbohidrat 28,2 g dan kalsium 21 mg, besi 0,4 mg dan fosfor 59 mg dengan sumbangan energi 108,0 kalori (Considine and Considine, 1982).

Dalam Indonesia, komoditas sukun belum sepopuler bahan pangan berpati lainnya, seperti ubi kayu, kentang dan pisang. Buah sukun tergolong kedalam bahan pangan yang mudah rusak. Hal ini disebabkan sukun tergolong buah klimakterik, sehingga memiliki daya simpan yang pendek sekitar 7 hari setelah panen (Noviarso, Fardiaz, Andarwulan dan Adawiyah, 2002). Pengolahan buah sukun menjadi tepung merupakan salah satu alternatif untuk

memperpanjang umur simpan komoditi suku, menanggulangi masalah kerusakan pasca panen, menyediakan produk pangan sumber karbohidrat yang tahan lama dan penganekaragaman menu makanan.

Kendala yang dihadapi pada proses pembuatan tepung suku adalah terjadinya reaksi pencoklatan enzimatis selama tahap persiapan. Buah suku mengandung senyawa polifenol dan enzim fenolase yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan warna coklat (Sutardi, Supriyanto dan Utami, 2003), sehingga dampak lanjutnya adalah tepung suku yang dihasilkan menjadi berwarna gelap (kecoklatan). Pencegahan reaksi *browning* dapat dilakukan dengan perendaman dalam larutan alkali. Penelitian yang dilakukan oleh Kanie, et al. dalam Radley (1976) menunjukkan bahwa penggunaan larutan natrium hidroksida (NaOH) dapat mencegah terjadinya *browning* pada pembuatan pati ubi jalar. Penggunaan NaOH dengan konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kerusakan pati atau pecahnya granula sehingga perlu diteliti lama dan konsentrasi NaOH yang baik.

Omobuwajo (2003) melakukan penelitian pembuatan biskuit dengan perbandingan tepung terigu : tepung suku (33% : 67%), dimana kadar protein biskuitnya  $5,59 \pm 0,02\%$ . Penelitian ini menjadikan tepung suku sebagai bahan dasar dalam pembuatan biskuit. Oleh karena itu, pembuatan biskuit dari tepung suku untuk substitusi tepung terigu, serta penambahan tepung kacang merah untuk meningkatkan kandungan gizi biskuit.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi natrium hidroksida (NaOH) dan lama perendaman yang terbaik untuk menghasilkan tepung suku dengan pati tinggi (granula tidak rusak) dan mencegah pencoklatan pada tepung suku, serta mendapatkan formula campuran tepung suku, tepung terigu dan tepung kacang merah yang lepat untuk menghasilkan biskuit.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan alat

Bahan yang digunakan adalah buah

sukun jenis gundul, tepung terigu, kacang merah, margarin, telur, gula halus, garam, dan *baking powder*.

Peralatan yang digunakan adalah *cabinet dryer*, *Brabender amylograph*, *soxhlet apparatus*, alat *kjeldahl*, *color reader*, *viskometer*, *spektrosotometer* dan peralatan gelas untuk analisis.

### Metode

Penelitian terdiri dari 2 tahap. Tahap I bertujuan membuat tepung suku dengan perlakuan penambahan konsentrasi NaOH (0,04; 0,06 dan 0,08%) dan lama perendaman(15, 30 dan 45 menit) yang berbeda. Penelitian tahap II bertujuan untuk menyusun formula biskuit dengan menggunakan teknik optimalisasi pemrograman linier.

### Formulasi Model

Fungsi tujuan dan fungsi kendala dalam bentuk notasi matematis adalah:

$$\text{Minimasi Biaya } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + C_4X_4 + C_5X_5 + C_6X_6 + C_7X_7 + C_8X_8$$

Fungsi kendala meliputi :

- $P_1X_1 + P_2X_2 + P_3X_3 + P_4X_4 = 6,5 \text{ g (protein)}$
- $L_1X_1 + L_2X_2 + L_3X_3 + L_4X_4 + L_5X_5 \geq 9,5 \text{ g (lemak)}$
- $K_1X_1 + K_2X_2 + K_3X_3 + K_4X_4 + K_5X_5 + K_6X_6 = 70 \text{ g (karbohidrat)}$
- $X_1 = 35 \text{ g (jumlah tepung suku yang digunakan)}$
- $X_2 \leq 20 \text{ g (jumlah tepung terigu yang digunakan)}$
- $X_3 \leq 10 \text{ g (jumlah tepung kacang merah yang digunakan)}$
- $X_4 = 15 \text{ g (jumlah telur yang digunakan)}$
- $X_5 \leq 15 \text{ g (jumlah margarin yang digunakan)}$
- $X_6 \leq 20 \text{ g (jumlah gula halus yang digunakan)}$
- $X_7 = 0,3 \text{ g (jumlah baking powder yang digunakan)}$
- $X_8 = 0,1 \text{ g (jumlah garam yang digunakan)}$
- $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 = 100 \text{ g (jumlah bahan campuran)}$
- $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8 \geq 0$

Pemodelan diproses menggunakan perangkat lunak dengan program *Quantitative System for Business* (QSB) versi 3.0 untuk memudahkan perhitungan.

#### Pembuatan Tepung Sukun

Buah sukun disortasi sehingga diperoleh buah yang seragam tingkat kematangan dan ukuran buahnya. Setelah itu dipotong 8 atau 6 bagian, lalu ditaruh ke dalam air untuk menghindari terjadinya pencoklatan. Buah sukun dikupas dan dibuang empulurnya, kemudian dicuci dengan air mengalir. Potongan buah kemudian diliris dengan menggunakan *slicer* dengan ketebalan kurang lebih 2 mm dan direndam dalam larutan NaOH dengan konsentrasi 0,04%, 0,06%, 0,08% dan waktu perendaman 15, 30 dan 45 menit.

Setelah itu irisan sukun dicuci dengan air mengalir dan ditiriskan. Kemudian dikeringkan dengan menggunakan pengering kabinet selama 12 jam suhu 60°C sampai kadar air bahan 10%. Selanjutnya dilakukan penepungan dengan alat penepung dan diayak dengan ayakan 70 mesh.

#### Pembuatan Tepung Kacang Merah

Biji kacang merah yang telah disortasi dicuci bersih, direndam dalam air hangat suhu 50°C selama 2 jam, bertujuan menurunkan kandungan zat anti gizi dan mempermudah pengupasan kulit. Selanjutnya biji kacang merah tanpa kulit dikeringkan pada suhu 60°C, sampai kadar air maksimal 10%. Kemudian biji digiling halus dengan blender dan dilakukan pengayakan dengan menggunakan ayakan ukuran 70 mesh.

#### Pembuatan Biskuit

Bahan-bahan ditimbang sesuai dengan formulasi. Kuning telur, margarin, gula halus, garam dan *baking powder* dicampur dan diaduk dengan menggunakan mixer dengan kecepatan sedang (2) selama 2 menit. Setelah adonan tercampur rata, kemudian campuran tepung yang sudah disiapkan dimasukkan dan diaduk dengan kecepatan rendah (1) selama 5 menit.

Pembuatan lembaran dengan ketebalan

0,2 cm dengan menggunakan *roller* kayu. Berikutnya dilakukan pencetakan dengan menggunakan cetakan berbentuk persegi panjang berukuran 2 x 3,5 cm, kemudian ditempatkan diatas loyang yang sudah diolesi margarin. Selanjutnya dilakukan pemanggangan dengan oven pada suhu 165°C selama 20 menit. Biskuit selanjutnya didinginkan pada suhu ruang dan dikemas.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Penelitian Tahap I

##### Kadar Pati dan Kadar Amilosa

Kadar pati tepung sukun berkisar antara 50,70 – 60,86%. Kadar amilosa tepung sukun berkisar antara 19,27 – 22,58%. Rerata kadar pati dan kadar amilosa tepung sukun berdasarkan konsentrasi NaOH dapat dilihat pada Tabel 1. Pada konsentrasi NaOH tertinggi (0,08%) menghasilkan kadar pati dan kadar amilosa tepung sukun yang tinggi.

Tingginya kadar pati dan kadar amilosa diduga karena enzim yang berperan pada hidrolisis pati dan amilosa menjadi molekul-molekul yang lebih kecil menjadi tidak aktif. Hal ini disebabkan NaOH mempunyai sifat sebagai basa kuat yang mengakibatkan enzim yang dapat menghidrolisis pati tidak stabil pada kondisi basa, sehingga terjadi inaktivasi enzim. Hasil pengukuran pH larutan perendaman adalah 12,0 – 12,3. Enzim menunjukkan aktivitas maksimum pada kisaran pH optimum, yang umumnya antara pH 4,5 sampai 8,0 (Winarno, 1995).

Lama perendaman berpengaruh nyata ( $p<0,05$ ) terhadap kadar pati dan kadar amilosa tepung sukun. Rerata kadar pati dan kadar amilosa tertinggi terdapat pada lama perendaman 45 menit adalah 59,81% dan 21,71%. Hal ini disebabkan semakin lama waktu perendaman semakin besar penetrasi larutan NaOH ke dalam bahan, yang mengakibatkan aktivitas enzim yang menghidrolisis pati menjadi inaktif, sehingga pati dan amilosa tidak dapat terhidrolisis. Peningkatan kadar pati juga dikarenakan basa yang menyebabkan kandungan protein dan lemak berkurang, sehingga tepung sukun yang diperlakukan dengan alkali mempunyai pati yang lebih tinggi.

**Kadar Protein**

Kadar protein tepung sukun berkisar 3,25 - 3,55%. Tidak terdapat interaksi yang nyata ( $p > 0,05$ ) antara konsentrasi NaOH dan lama perendaman, tetapi masing-masing faktor berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kadar protein tepung sukun.

Kadar protein tepung sukun (Tabel 1.) semakin menurun dengan semakin tinggi konsentrasi NaOH. Hal ini disebabkan karena NaOH merupakan basa kuat, penambahan alkali dapat menyebabkan protein terdenaturasi (Fessenden dan Fessenden, 1997; Susanto dan Saneto, 1994). Hettiarachchy *et al.* (1996) menguatkan bahwa ekstraksi protein akan meningkat dengan peningkatan pH sampai pH 10 bila diatas pH tersebut protein akan terdenaturasi. Hasil pengukuran pH larutan perendaman adalah 12,0 - 12,3. Proses pencucian pada pembuatan tepung sukun akan menyebabkan protein ikut tercuci,

larutan perendam ke luar menembus membran (Rismunandar, 1983 dalam Partha, dkk., 2002). Hal ini juga mengakibatkan kadar protein berkurang karena protein dapat larut dalam larutan perendam.

**Kadar Lemak**

Rerata kadar lemak tepung sukun berkisar 0,61 - 0,89%. Hasil pengamatan kadar lemak (Tabel 3) menunjukkan semakin tinggi konsentrasi NaOH dan semakin lama waktu perendaman akan menurunkan kadar lemak tepung sukun. Pada semua kombinasi perlakuan memperlihatkan kadar lemak rendah, kecuali perlakuan NaOH 0,04% dengan lama perendaman 15 menit. Hal ini diduga karena semakin tinggi konsentrasi NaOH dan waktu perendaman, maka interaksi lemak pada jaringan bahan dengan larutan alkali (NaOH) akan semakin lama, sehingga perendaman dengan alkali menyebabkan sebagian lemak mengalami

Tabel 1. Rerata kadar pati, amilosa, protein dan indeks absorpsi air tepung sukun dengan perlakuan konsentrasi NaOH

Konsentrasi NaOH (%)	Kadar pati (%)	Kadar amilosa (%)	Kadar protein (%)	Indeks absorpsi air (g/g)
0,04	55,383 a	19,747 a	3,501 b	4,294 a
0,06	57,028 b	21,413 b	3,438 ab	4,351 a
0,08	57,803 c	21,984 b	3,351 a	4,531 b
BNT (0,05)	0,636	0,902	0,092	0,173

Tabel 2. Rerata kadar pati dan kadar amilosa tepung sukun berdasarkan lama perendaman

Lama perendaman (menit)	Kadar pati (%)	Kadar amilosa (%)	Kadar protein (%)	Indeks absorpsi air (g/g)
15	52,351 a	20,443 a	3,442 ab	4,267 a
30	58,053 b	20,986 ab	3,487 b	4,331 a
45	59,810 c	21,714 b	3,361 a	4,577 b
BNT (0,05)	0,636	0,902	0,092	0,173

sehingga kandungan protein dalam bahan menjadi menurun.

Tabel 2 menunjukkan kadar protein cenderung menurun. Semakin lama perendaman maka bahan akan semakin lama berhubungan langsung dengan larutan alkali, mengakibatkan kadar protein mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena protein mengalami kerusakan akibat basa. Selain itu selama perendaman akan terjadi difusi larutan ke dalam sel-sel dan dengan arah yang berlawanan terjadi pengaliran zat-zat yang mudah larut dalam

reaksi penyabunan (*saponifikasi*). Menurut Gaman and Sherrington (1994) serta Blitz and Grosch (1987) lemak dengan alkali (NaOH) akan terjadi reaksi *saponifikasi* yang membentuk garam Na dari asam lemak (sabun) dan gliserol. Hal ini menyebabkan kandungan lemak mengalami penurunan.

**Kadar Air**

Hasil pengamatan kadar air tepung sukun berkisar antara 6,41 - 9,30%. Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terlihat adanya interaksi antara perlakuan

Tabel 3. Rerata kadar lemak, kadar abu dan kecerahan tepung sukul dengan perlakuan konsentrasi NaOH dan lama perendaman

Konsentrasi NaOH(%)	Lama perendaman (menit)	Kadar lemak (%)	Kadar abu (%)	Kecerahan (L)
0,04	15	0,893 c	3,030 ab	73,3 a
	30	0,672 ab	3,169 bc	73,3 a
	45	0,693 ab	3,300 c	73,3 a
0,06	15	0,730 b	2,921 a	73,2 a
	30	0,670 ab	3,008 ab	73,6 ab
	45	0,613 a	3,073 ab	73,7 ab
0,08	15	0,677 ab	2,994 ab	73,2 a
	30	0,669 ab	3,033 ab	74,1 b
	45	0,640 ab	3,135 bc	74,9 c
BNT 0,05		0,095	0,190	0,686

konsentrasi NaOH dengan lama perendaman, serta masing-masing faktor tidak berpengaruh nyata ( $p>0,05$ ) terhadap kadar air tepung sukul. Perlakuan alkali tidak menyebabkan pecahnya granula (dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2) sehingga tidak mempengaruhi kadar air dari tepung.

Nilai kadar air tepung sukul tersebut sudah memenuhi kriteria kadar air standar SNI tepung-tepungan (tepung terigu, tepung jagung, tepung beras, dan tepung sagu), yaitu maksimum 14%. Hal ini terkait dengan jumlah air bebas yang terdapat di dalam tepung sukul tidak cukup untuk pertumbuhan mikroba, sehingga mikroba tersebut tidak dapat hidup. Berdasarkan hal tersebut diharapkan tepung sukul yang dihasilkan memiliki umur simpan yang lebih lama.

#### Kadar Abu

Rerata kadar abu tepung sukul berkisar antara 2,92 - 3,30%. Tabel 3 menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi NaOH dan lama perendaman memperlihatkan pengaruh nyata kadar abu lebih tinggi pada konsentrasi NaOH 0,08% dengan lama perendaman 45 menit, atau pada konsentrasi NaOH 0,04% dengan lama perendaman 30 menit atau 45 menit. Pada perendaman yang lebih lama maka penetrasi alkali yang masuk ke dalam jaringan bahan semakin tinggi, dimana larutan alkali mengandung zat anorganik (natrium) akibatnya kandungan abu dalam bahan mengalami kenaikan. Menurut Mistry and Eckhoff (1992) kandungan natrium dari pati

yang dihasilkan dengan ekstraksi alkali lebih tinggi dibanding pati komersial. Partha, dkk. (2002) juga melaporkan bahwa perlakuan perendaman dengan NaOH menyebabkan peningkatan kadar abu tempe kecipir, yang disebabkan oleh meningkatnya kandungan natrium pada kecipir yang direndam.

#### Kecerahan (L)

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa rerata nilai kecerahan (L) tepung sukul berkisar antara + 73,2 sampai dengan + 74,9. Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan interaksi antara konsentrasi NaOH dan lama perendaman berpengaruh nyata ( $p<0,05$ ) terhadap tingkat kecerahan tepung sukul.

Tabel 3 menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi NaOH 0,08% dengan lama perendaman 45 menit menunjukkan tingkat kecerahan tertinggi dengan nilai + 74,9. Jika dibandingkan dengan tepung terigu, maka tingkat kecerahan tepung sukul yang diperoleh tidak berbeda jauh, dimana nilai L tepung terigu adalah + 76,0.

Natrium hidroksida merupakan basa kuat yang dapat menginaktivkan enzim yang berperan dalam reaksi pencoklatan enzimatis. Enzim yang berperan dalam reaksi pencoklatan adalah *polifenol oksidase*, *fenol oksidase*, *fenolase* atau *katekholase* yang secara sistematis dikelompokkan dalam enzim  $\alpha$ -difenol (Bennion, 1980; Susanto dan Saneto, 1994), dimana enzim *polifenol oksidase* pH optimumnya 6 - 7 (Siddiq, et al., 1992 dalam Amir, 2001). Perlakuan perendaman dengan alkali menyebabkan penurunan aktivitas

enzim. Semakin besar penetrasi larutan perendaman alkali ke dalam bahan, maka aktivitas enzim dalam bahan semakin menurun, sehingga dapat mencegah oksidasi fenol oleh enzim yang membentuk pigmen coklat (melanoidin). Menurut Kanie, *et al.* dalam Radley (1976) NaOH dapat mencegah browning pada pembuatan pati ubi jalar dan dapat memperbaiki sifat putih (*whiteness*) dari pati.

#### Indeks Absorbsi Air

Indeks absorpsi air tepung sukun berkisar antara 4,13 - 4,80 g/g. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi konsentrasi NaOH dan lama perendaman tidak berpengaruh nyata ( $p>0,05$ ), tetapi masing-masing faktor berbeda nyata ( $p<0,05$ ) terhadap indeks absorpsi air tepung sukun.

Rerata indeks absorpsi air tepung sukun berdasarkan konsentrasi NaOH dapat dilihat pada Tabel 1. Terlihat adanya kecenderungan semakin tinggi konsentrasi NaOH, maka indeks absorpsi air tepung sukun semakin meningkat. Hal ini disebabkan bahan yang mengandung pati dengan kadar amilosa tinggi akan meningkatkan absorpsi air. Kandungan amilosa atau amilopektin berpengaruh dalam absorpsi air (Beynum dan Roels, 1985 dalam Widowati dkk., 1997).

Semakin lama waktu perendaman, rerata indeks absorpsi air cenderung meningkat (Tabel 2). Hal ini disebabkan kadar pati dan amilosa tepung sukun pada lama perendaman 45 menit lebih tinggi dibanding lama perendaman 15 dan 30 menit. Perendaman dengan alkali menyebabkan kandungan lemak dan protein tepung sukun menurun, sehingga pati lebih mudah menyerap air yang mengakibatkan indeks absorpsi air meningkat. Menurut Widowati dkk. (1997) kadar pati dan kadar amilosa yang tinggi akan meningkatkan absorpsi air.

#### Perlakuan terbaik penelitian tahap I

Hasil perhitungan dengan metode indeks efektifitas (de Garmo *et al.*, 1984 dan Susrini, 2003) menunjukkan bahwa tepung sukun perlakuan konsentrasi NaOH

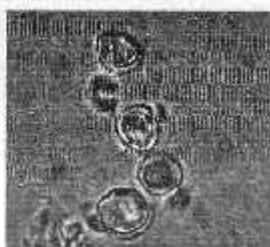
0,08% dengan lama perendaman 45 menit memberikan hasil terbaik dengan nilai indeks efektifitas 4,978.

#### Foto Mikroskopik

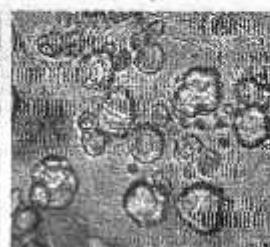
Foto mikroskopik (Gambar 1 dan 2) menunjukkan bahwa granula pati tepung sukun berbentuk bulat. Keragaman ukuran granula pati sukun berkisar antara 10 - 19  $\mu\text{m}$ . Pada Gambar 1 dan Gambar 2 terlihat bahwa tidak ada perubahan bentuk yang signifikan (nyata) granula pati antara tepung sukun tanpa perlakuan dengan tepung sukun hasil perlakuan terbaik. Hal ini berarti konsentrasi NaOH 0,08% dan lama waktu perendaman 45 menit tidak mengubah bentuk granula atau menyebabkan pecahnya granula pati.

#### Sifat Amilografi

Sifat amilografi diukur dengan menggunakan *Brabender Amilograph*. Pengukuran sifat amilografi meliputi suhu awal gelatinisasi, suhu gelatinisasi dan gelatinisasi maksimum (AU). Data suhu awal gelatinisasi dan suhu gelatinisasi dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 1. Granula tepung sukun tanpa perlakuan



Gambar 2. Granula tepung sukun perlakuan terbaik

Dilihat dari Tabel 4 suhu awal gelatinisasi dan suhu gelatinisasi tepung sukun perlakuan terbaik nilainya lebih rendah dari pada tepung sukun tanpa perlakuan. Hal ini diduga dipengaruhi oleh

Tabel 4. Suhu gelatinisasi tepung sukun

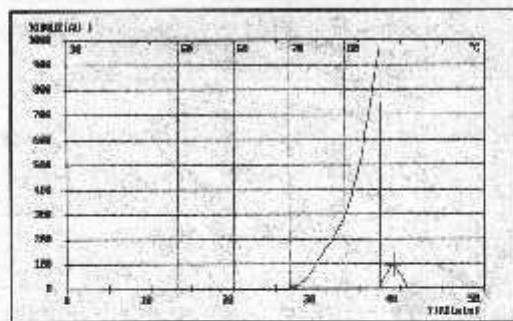
Tepung	Suhu awal gelatinisasi $^{\circ}\text{C}$	Suhu gelatinisasi $^{\circ}\text{C}$
sukun *	70,9	88,6
sukun **	69,3	80,9

\* tepung sukun tanpa perlakuan

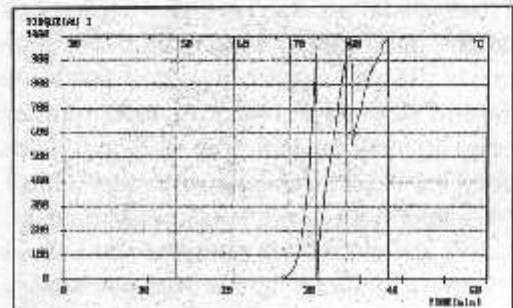
\*\* tepung sukun perlakuan terbaik

kadar lemak dan protein dari tepung sukun yang mengalami penurunan akibat adanya perlakuan konsentrasi NaOH dan lama perendaman. Osman (1967) dalam Moorthy *et al.* (2003); Whistler and BeMiller (1999) menyatakan bahwa protein dan lemak dalam pati dapat mengganggu proses gelatinisasi karena lemak dan protein membentuk kompleks dengan amilosa sehingga menghambat keluarnya amilosa dari granula pati, serta dapat menghalangi air masuk ke dalam granula pati.

Gelatinisasi maksimum merupakan suatu kondisi pada saat granula pati telah membengkak mencapai maksimum, kemudian granula pecah atau rusak dan viskositas mulai menurun (Haryadi, 1983).



Gambar 3. Amilograf tepung sukun tanpa perlakuan



Gambar 4. Amilograf tepung sukun perlakuan terbaik

Berdasarkan grafik amilografi nilai gelatinisasi (viskositas) maksimum tepung sukun tanpa perlakuan 1096 AU, sedangkan nilai gelatinisasi maksimum tepung sukun dari perlakuan terbaik tidak dapat terukur dalam grafik (alat amilografinya hanya mampu mengukur gelatinisasi maksimum sampai dengan 2000 AU). Adanya alkali menyebabkan rendahnya kandungan protein dan lemak pada tepung sehingga

gelatinisasi lebih mudah, sebagai akibatnya gelatinisasi maksimum menjadi tinggi.

#### Penelitian Optimasi (Tahap II)

##### Nutrisi Bahan Baku

Komposisi nutrisi bahan baku bisuit dalam setiap gram bahan seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Komposisi nutrisi bahan baku bisuit per gram bahan

Komponen	Protein (g)	Lemak (g)	Karbohidrat(g)
Tepung sukun	3,248	0,640	86,352
Terigu	9,500	0,900	75,000
Kacang merah	21,614	1,983	64,550
Telur	16,530	31,870	11,000
Margarin	-	82,400	3,600
Gula halus	-	-	94,000

##### Harga Bahan Baku

Harga bahan baku digunakan untuk membuat model matematis formula bisuit pada solusi model sebagai fungsi tujuan. Harga bahan baku bisuit seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Harga bahan baku bisuit

Bahan baku	Harga bahan awal/kg (Rp)	Harga/gram (Rp)
Tepung Sukun	5.850	5,85
Terigu	4.450	4,45
Kacang merah	6.700	6,7
Telur	6.400	6,4
Margarin	11.200	11,2
Gula halus	5.500	5,5
Baking soda	10.000	10,0
Garam	1.400	1,4

##### Penyelesaian Model

Bahan baku yang digunakan dibatasi dalam jumlah tertentu (minimal atau maksimal) untuk memperoleh kualitas produk yang diinginkan. Data yang diperoleh diolah menggunakan metode pemrograman linier.

Formula bisuit terdiri dari 8 bahan baku yaitu tepung sukun ( $X_1$ ), tepung terigu ( $X_2$ ), tepung kacang merah ( $X_3$ ), telur ( $X_4$ ), margarin ( $X_5$ ), gula halus ( $X_6$ ), baking soda ( $X_7$ ), dan garam ( $X_8$ ).

Model matematis formula bisuit adalah sebagai berikut :

Minimasi Biaya :

$$Z = 5,85X_1 + 4,45X_2 + 6,7X_3 + 6,4X_4 \\ + 11,2X_5 + 5,5X_6 + 10,0X_7 + 1,4X_8$$

Dengan memperhatikan kendala :

- $0,03248X_1 + 0,095X_2 + 0,21614X_3 + 0,1653X_4 + 0X_5 + 0X_6 + X_7 + 0X_8 \leq 6,5$  (protein)
- $0,0064X_1 + 0,009X_2 + 0,01983X_3 + 0,3187X_4 + 0,824X_5 + 0X_6 + 0X_7 + 0X_8 \leq 9,5$  (lemak)
- $0,86352X_1 + 0,75X_2 + 0,6455X_3 + 0,011X_4 + 0,036X_5 + 0,94X_6 + 0X_7 + 0X_8 \leq 70$  (karbohidrat)
- $X_1 = 35$
- $X_2 = 20$
- $X_3 = 10$
- $X_4 = 15$
- $X_5 = 15$
- $X_6 = 20$
- $X_7 = 0,3$
- $X_8 = 0,1$
- $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 = 100$

Tahap selanjutnya mengaplikasikan formula bisikuit untuk pembuatan bisikuit. Hasil analisis nutrisi untuk formula bisikuit menunjukkan bahwa kandungan protein bisikuit yang dibuat belum mencapai standar yang ditetapkan. Oleh karena itu, perlu adanya penambahan faktor koreksi.

Faktor koreksi didapat dari selisih kandungan gizi total pada standar dengan produk hasil formulasi. Model matematis selanjutnya dimodifikasi berdasarkan penambahan dari faktor koreksi yang telah diperolah.

Tabel 7. Hasil optimal pencampuran bahan baku berbasis 100 g produk berdasarkan pemodelan awal

Jenis bahan	Jumlah (g)	Harga satuan (Rp/g)	Harga (Rp)
Tepung sukun	33,75	5,85	197,438
Terigu	20,00	4,45	89,000
Kacang merah	10,37	6,70	69,479
Telur	7,64	6,40	48,896
Margarin	7,84	11,20	87,808
Gula halus	20,00	5,50	110,000
Baking soda	0,30	10,00	3,000
Garam	0,10	1,400	0,140
Total	100,00		605,761

#### Penyelesaian Model Hasil Modifikasi

Penyelesaian model hasil modifikasi dari formula bisikuit adalah sebagai berikut:

Minimasi Biaya :

Tabel 8. Perbandingan kandungan nutrisi bisikuit dengan standar SNI per 100 gram bahan

Komponen	Standar	Biskuit
Protein	6,50	6,157
Lemak	9,50	1,555
Karbohidrat	70,00	6,751

$$Z = 5,85X_1 + 4,45X_2 + 6,7X_3 + 6,4X_4 + 11,2X_5 + 5,5X_6 + 10,0X_7 + 1,4X_8$$

Dengan memperhatikan kendala :

- $0,03248X_1 + 0,095X_2 + 0,21614X_3 + 0,1653X_4 + 0X_5 + 0X_6 + X_7 + 0X_8 \leq 6,843$  (protein)
- $0,0064X_1 + 0,009X_2 + 0,01983X_3 + 0,3187X_4 + 0,824X_5 + 0X_6 + 0X_7 + 0X_8 \leq 9,5$  (lemak)
- $0,86352X_1 + 0,75X_2 + 0,6455X_3 + 0,011X_4 + 0,036X_5 + 0,94X_6 + 0X_7 + 0X_8 \leq 70$  (karbohidrat)
- $X_1 = 35$
- $X_2 = 20$
- $X_3 = 10$
- $X_4 = 15$
- $X_5 = 15$
- $X_6 = 20$
- $X_7 = 0,3$
- $X_8 = 0,1$
- $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 = 100$

Hasil analisis nutrisi bisikuit formulasi setelah dimodifikasi mengalami perubahan jumlah dibandingkan dengan sebelum dimodifikasi, karena terjadi penambahan tepung kacang merah. Zat anti gizi pada tepung kacang merah seperti tripsin inhibitor dengan adanya pemanasan akan rusak. Zat anti gizi akan hilang karena ada proses pemanasan lanjutan yaitu proses pemanasan dengan pengovenan. Komponen protein sudah memenuhi standar yang ditetapkan, yaitu 8,58g per 100 gramnya. Hasil optimasi biaya produksi bisikuit setelah modifikasi seperti pada Tabel 9.

#### Sifat fisik

Tekstur (kekerasan) produk makanan kering seperti bisikuit sering dikaitkan dengan sifat kerenyahannya. Menurut Vickers (1987), kerenyahan (*crispness*) dinilai berdasarkan bunyi yang ditimbulkan bila produk dipatahkan. Hasil uji t

Tabel 9. Hasil optimasi biaya produksi biskuit setelah modifikasi

Jenis bahan	Jumlah bahan (g)	Harga satuan (Rp/g)	Total harga (Rp/100g)
Tepungsukun	31,76	5,85	185,79
Tepung terigu	20,00	4,45	89,00
Tepung kacangmerah	13,03	6,70	87,30
Telur	6,63	6,40	42,43
Margarin	8,19	11,20	91,72
Gula halus	20,00	5,50	110,00
Baking soda	0,30	10,00	3,00
Garam	0,10	1,40	0,14
Total	100,00		609,38

Tabel 10. Perbandingan komposisi nutrisi biskuit hasil formulasi dengan standar SNI per 100 gram bahan

Komponen	Standar	Formula biskuit
Protein	6,5	8,581
Lemak	9,5	12,332
Karbohidrat	70,0	72,070
Air	maks. 5	3,498

menunjukkan tekstur biskuit tidak berbeda nyata ( $p>0,05$ ) antara biskuit formulasi dengan biskuit control.

Daya patah adalah sifat fisik pangan yang berhubungan dengan tekanan yang memintahkan produk. Semakin rendah nilai daya patah produk kering maka kerenyahan produk akan tinggi. Hasil uji t menunjukkan daya patah biskuit tidak berbeda nyata ( $p>0,05$ ) antara biskuit formulasi dengan biskuit control.

Tingkat kecerahan biskuit formulasi adalah 55,70 dan biskuit kontrol 56,60. Berdasarkan hasil uji t, terdapat perbedaan kecerahan biskuit yang nyata antara biskuit formulasi dengan biskuit control. Hal ini disebabkan karena tepung sukun mempunyai kecerahan yang rendah (nilai L = 74,9) dibandingkan kecerahan tepung terigu (nilai L = 76) yang berpengaruh pada produk akhir, sehingga biskuit formulasi nilai kecerahannya lebih rendah dari biskuit pembanding.

Tabel 11. Hasil uji sifat fisik dan organoleptik biskuit formulasi dan biskuit kontrol

Jenis biskuit	Tekstur (kg/cm <sup>2</sup> )	Daya patah (N/m)	Kecerahan (L)	Warna	Aroma	Rasa	Kerenyan
Formulasi	1,177	37,972	55,700	3,88	3,8	4,08	4,16
Kontrol	0,941	37,340	56,600	5,68	4,76	5,40	4,48

Keterangan: Skala organoleptik 1-7 (sangat tidak menyukai-sangat menyukai)

### Sifat organoleptik

Hasil uji organoleptik menggunakan Mann-Whitney Test menunjukkan, bahwa terdapat perbedaan nyata ( $p<0,05$ ) pada warna, aroma dan rasa antara biskuit formulasi dengan biskuit kontrol, sedangkan kerenyahan antara biskuit formulasi dengan biskuit kontrol tidak berbeda nyata ( $p>0,05$ ).

Hasil pengujian panelis dapat diketahui, bahwa warna biskuit kontrol lebih disukai daripada warna biskuit hasil formulasi. Berdasarkan Mann-Whitney Test warna biskuit formulasi berbeda nyata ( $p<0,05$ ) dengan warna biskuit kontrol. Hal ini terjadi karena warna tepung sukun mempunyai kecerahan yang lebih rendah dibandingkan tepung terigu yang berpengaruh pada produk akhir.

Nilai rata-rata kesukaan panelis pada aroma biskuit formulasi dan biskuit kontrol masing-masing adalah 3,80 (agak tidak menyukai) dan 4,76 (netral). Berdasarkan hasil Mann-Whitney Test aroma dari kedua produk yaitu biskuit hasil formulasi dengan biskuit kontrol menunjukkan perbedaan yang nyata ( $p<0,05$ ). Panelis kurang menyukai aroma biskuit formulasi dibandingkan dengan biskuit kontrol, hal ini diduga dikarenakan tepung sukun memiliki aroma khas sukun yang kurang biasa diterima pada biskuit.

Nilai rata-rata kesukaan panelis pada rasa biskuit formulasi dan biskuit kontrol masing-masing adalah 4,08 (netral) dan 5,40 (agak menyukai). Berdasarkan hasil Mann-Whitney Test rasa biskuit formulasi berbeda nyata ( $p<0,05$ ) dengan rasa biskuit kontrol. Hasil pengujian panelis dapat diketahui, bahwa rasa biskuit kontrol lebih disukai daripada rasa biskuit hasil formulasi, hal ini diduga disebabkan tepung sukun memiliki rasa khas dari buah sukun yang berpengaruh pada biskuit.

Kerenyan biskuit diukur dengan cara

mudah atau tidaknya biskuit hancur ketika digigit. Nilai rata-rata kesukaan panelis pada kerenyahan biskuit formulasi dan biskuit kontrol masing-masing adalah 4,16 (netral) dan 4,48 (netral). Berdasarkan hasil Mann-Whitney Test menunjukkan bahwa kerenyahan dari biskuit formulasi dengan biskuit kontrol tidak berbeda nyata ( $p>0,05$ ). Hal ini menunjukkan substitusi tepung sukun pada pembuatan biskuit tidak menurunkan mutu kerenyahan biskuit yang dihasilkan, dan proses substitusi dengan tepung sukun dapat diaplikasikan.

### KESIMPULAN

Konsentrasi NaOH 0,08% dan lama perendaman 45 menit menghasilkan produk tepung sukun terbaik dengan kadar pati 60,86%, gula reduksi 4,60%, protein 3,25%, lemak 6,26%, kadar abu 3,14% kadar air 6,63%, nilai kecerahan (L) 74,90, indeks absorbasi air 4,80 g/g, tidak terjadi perubahan granula, suhu awal gelatinisasi 69,3°C, suhu gelatinisasi 80,9°C dan gelatinisasi maksimum >2000 AU dengan nilai indeks efektifitas tertinggi sebesar 4,978.

Formula biskuit hasil optimasi adalah tepung sukun 31,76%, tepung terigu 20%, tepung kacang merah 13,03%, telur 6,63%, margarin 8,19%, gula halus 20%, baking soda 0,3% dan garam 0,1% dengan biaya pemakaian bahan Rp 609,38/100 g. Biskuit yang dihasilkan telah memenuhi kandungan nutrisi yang telah ditetapkan. Hasil uji fisik untuk tekstur (kekerasan) dan daya patah biskuit formulasi dengan biskuit kontrol tidak berbeda nyata, tetapi untuk nilai kecerahan berbeda nyata. Hasil uji organoleptik biskuit untuk warna, aroma dan rasa berbeda nyata, sedangkan kerenyahan tidak berbeda nyata dengan biskuit kontrol.

Perlu penelitian lebih lanjut pada formulasi biskuit untuk perbaikan aroma dan rasa dari biskuit, karena aroma dan rasa khas dari tepung sukun yang berlebihan kurang disukai panelis.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2000. Statistika Indonesia. Biro Pusat Statistik. Jakarta.
- Bennion, M. 1980. The Science of Food. John Wiley and Sons. New York.
- Chang, Y.H., Lin, C. L., and Lu, T. J. 1999. Effect of Sodium Hydroxide on The Properties of Extracted Taro Starch. Abstract AACN Net. <http://www.aaccnet.org/meetings/99mtg/abstracts/acabc32.htm>
- De Garmo, E.P., Sullivan, W.G dan Canada, C.R. 1984. Engineering Economy. Ed.7. MacMillan Publ. Co. New York.
- Fessenden, R. J. dan Fessenden, J. S. 1997. Dasar-Dasar Kimia Organik. Diterjemahkan Maun, S., Anas, K., Sally, T.S. Binarupa Aksara.
- Guilbot, A. and C. Mercier. 1985. Starch in The Polysacharides. Gerald O. A. (ed). Academic Press. Florida.
- Hasbullah dan Hamzah, N. 1999. Karakteristik Sifat Fungsional Tepung Kacang Merah dari Proses Pengeringan dengan Suhu Berbeda. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan.
- Hettiarachchy, NS., Griffin, K.K. dan Gnanasambandam. 1996. Preparation and Fungsional Properties of a Protein Isolate from Defatted Wheat Germ. Cereal Chem. 73(3): 363-367.
- Loos, P. J., Hood, L.F. and Graham, H. D. 1981. Isolation and Characterization of Starch from Breadfruit. Cereal Chem. 58 (4): 282-286.
- Moorthy, S. N., Rickard, J., and Blanshard, J. M. V. 2003. Influence of Gelatinization Characteristics of Cassava Starch and Flour on The Textural Properties of Some Food Products. Di dalam : Cassava Flour and Starch: Progress in Research and Development, p. 150-154.
- Mudjisihono, R., Adnan, M. dan Noor, Z. 1991. Pengaruh Alkali Terhadap Pengelupasan Kulit Biji, Mutu Giling dan Warna Tepung Biji Sorgum. Buletin Penerbitan Pasca Sarjana UGM, 4 (1B) : 129 - 139.
- Noviarso, C., Fardiaz, D., Andarwulan, N., dan Adawiyah, D.R. 2002. Pengaruh Umur Panen dan Masa Simpan Buah Sukun (*Artocarpus altilis*) terhadap

- Kualitas Tepung Sukun yang Dihasilkan. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan. Malang. Omobuwoajo, T. O. 2003. Compositional Characteristics and Sensory Quality of Biscuits, Prawn Crackers and Fried Chips Produced from Breadfruit Innovative Food Science and Emerging Tech. 4 (2003) : 219 – 225.
- Partha, I. B. B., Suroso, Ginting, B. L. 2002. Pengaruh Lama Perendaman Biji Kecipir dengan Larutan Alkali terhadap Mutu Tempe Kecipir yang Dihasilkan. Prosiding Seminar Nasional Industri Pangan. D:56-64. PATPI, Malang.
- Rooney, L. N. and Suhendra, E. L. 1999. Perspectives on Nixtamalization (Alkaline Cooking) of Maize for Tortillas and Snack. Cereal Foods World. 44 (7): 466-468.
- Smith, P.S. 1982. Starch Derivatives and Their Uses in Foods. Di dalam : G.M.A. Van Beynum and J.A. Rolls (eds). Food Carbohydrate. AVI. Publ. Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Sutardi, Supriyanto dan Utami, I.S. 2003. Produksi dan Karakterisasi Tepung Sukun (*Artocarpus communis*). Jurnal Makanan Tradisional Indonesia. 5 (1): 41 – 47.
- Vickers, Z. M. 1987. Cripness and Crunchiness – Textural Attributes with Auditory Components. Di dalam : Moskowitz, H.R (ed). Food texture Instrumental and Sensory Measurement. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Wade, P. 1995. Biscuits, Cookies, and Crackers. Volume 1, Chapman and Hall. London.
- Whistler, R. L. and BeMiller, J. N. 1999. Carbohydrate Chemistry for Food Scientist. Eagan press, St. Paul, Minnesota, USA.