

FORMULASI MI KERING SAGU DENGAN SUBSTITUSI TEPUNG KACANG HIJAU

Formulation of Dry Sago Noodles with Mung Bean Flour Substitution

Hilka Yuliani, Nancy Dewi Yuliana, Slamet Budijanto

Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor,
Jl. Raya Darmaga, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680
Email: Slamet.budijanto@gmail.com

ABSTRAK

Mi pati merupakan mi yang dibuat dari pati dan atau kombinasi tepung dari bahan non terigu. Bahan baku non-terigu *indigenous* Indonesia yang dapat digunakan untuk membuat mi pati adalah sagu. Karakteristik fisik yang sangat mempengaruhi kualitas mi setelah direhidrasi adalah *cooking loss*, elongasi, kekerasan dan kelengketan. Mi yang dibuat dari bahan dasar pati memiliki *cooking loss* yang rendah namun kekerasan yang tinggi, sehingga kurang disukai. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan formulasi optimum dari mi berbahan dasar sagu dengan substitusi tepung kacang hijau, sehingga dapat dihasilkan mi yang baik secara fisik dan diterima secara organoleptik. Optimasi formulasi dilakukan menggunakan *Mixture Design* (DX7) dengan variabel berupa persentase pati sagu (80-100%) dan tepung kacang hijau (0-20%). Substitusi tepung kacang hijau dapat menurunkan kekerasan, kelengketan, dan elongasi mi sagu, namun meningkatkan *cooking loss*. Produk optimum mi sagu diperoleh dengan substitusi tepung kacang hijau 4,7%. Pada kondisi ini mi sagu memiliki karakteristik kekerasan 1996,03 gf, skor kelengketan -19,2 gf, skor elongasi 214,35% dan skor *cooking loss* 10,82%. Uji sensori terhadap mi sagu formula optimum menunjukkan bahwa mi sagu yang dibuat secara keseluruhan tidak berbeda nyata dengan mi kering terigu komersial.

Kata kunci: *Cooking loss*, elongasi, mi pati, sagu, tepung kacang hijau

ABSTRACT

Starch Noodles (SN) are produced from purified starch or combined flour from various plant sources. Sago starch is one of indigenous Indonesian flours that can be used for making SN. The physical characteristics that greatly affect the quality of rehydrated SN are cooking loss, elongation, hardness and adhesiveness/stickiness. Starch noodles have low of cooking loss but high hardness value, so it is less preferred. The purpose of this study was to obtain the optimum formulation of noodles made of sago with mung bean flour substitution. Formula optimization was done by using *Mixture Design* (DX7) with sago starch and mung bean flour as variables (80-100% and 0-20%; respectively). Mung bean flour substitution reduced hardness, adhesiveness and elongation of sago noodles, yet it increased the cooking loss. The best formulation based on physic-chemical characterization was SN with substitution of 4.7% mung bean flour. This sago noodles had 1996.03 gf hardness, -19.2 gf adhesiveness, 214.35% elongation and 10.82% cooking loss. Sensory test results for the most optimum formulation showed that the SN was not significantly different with those of commercial wheat noodle.

Keywords: Cooking loss, elongasi, starch noodles, sago, mung bean flour

PENDAHULUAN

Sagu merupakan salah satu hasil pertanian di Indonesia yang memiliki tingkat produksi yang tinggi dan manfaat yang baik. Indonesia merupakan pemilik areal sagu terbesar di dunia dengan luas areal sekitar 1,128 juta ha atau 51,3% dari 2,201 juta ha areal sagu dunia. Namun dari segi pemanfaatannya masih rendah (Abner dan Miftahorrahman, 2002 dalam Syamsu dkk., 2007; Alfons dan Rivaie, 2011). Pati sagu

sebagai produk utama dari tanaman sagu mempunyai prospek yang baik untuk dikembangkan sebagai produk pangan. Salah satu produk pangan yang potensial dari pati sagu adalah mi sagu.

Mi sagu termasuk dalam golongan mi pati yaitu mi yang terbuat dari pati dan atau kombinasi dengan tepung dari bahan non terigu (Tan dkk., 2009). Mi pati berbeda dengan mi terigu yang mengandalkan protein gluten dalam pembentukan jaringan untuk membentuk adonan visko-elastik (Hu dkk.,

2007), sedangkan pengolahan mi pati mengandalkan proses gelatinisasi dan retrogradasi dalam pembentukan jaringan (Tam dkk., 2004).

Teknologi ekstrusi banyak diaplikasikan dalam pengembangan produk mi dan pasta dari bahan baku non terigu (Gimenez dkk., 2013; Padalino dkk., 2013, Tam dkk., 2004). Hal ini karena pada proses ekstrusi terjadi proses pemasakan yang dapat menyebabkan terjadinya gelatinisasi yang diperlukan pada pengolahan mi dan pasta non terigu (Tam dkk., 2004). Karakteristik mi pati sangat dipengaruhi oleh sifat fungsional pati. Pati yang memiliki viskositas *setback* yang tinggi karena memiliki kecenderungan retrogradasi yang tinggi paling baik untuk pembuatan mi pati (Katayama dkk., 2006; Tan dkk., 2009).

Karakteristik mi pati yang baik memiliki tekstur yang halus, elongasi yang tinggi, dan *cooking loss* yang rendah meskipun memerlukan waktu pemasakan yang lebih lama (Collado dkk., 2001; Purwani dkk., 2006). Mi berbahan dasar pati memiliki *cooking loss* yang rendah namun kekerasan yang tinggi (Hormdok dan Noomhorn, 2007). Pemberian tepung kacang hijau diharapkan dapat memperbaiki karakteristik mi yaitu menurunkan kekerasan. Pati kacang hijau merupakan bahan pembuat *starch noodle* terbaik karena kandungan amilosanya yang tinggi (Muhammad dkk., 1999; Lii dan Chang, 1981). Selain patinya yang baik untuk pembuatan mi pati penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung diharapkan dapat menjadi sumber serat pangan. Optimasi formula pada penelitian dilakukan dengan menggunakan *Mixture Design* dengan menggunakan *software Design Expert* (DX7).

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah pati sagu (*Metroxylon sago* R.) dan *glycerol monostearate* (GMS) diperoleh dari PT. Lautan Luas Jakarta, kacang hijau dibeli di pasar Anyar Bogor. Bahan kimia untuk analisis antara lain K_2SO_4 , HgO , H_2SO_4 , HCl , H_3BO_3 , heksana.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *dough mixer*, *pin disc mill*, *twin screw extruder* (Berto BEX-DS-2256), timbangan analitik, oven rak pengering, desikator, oven, *texture analyzer* (TAXT-2i), penangas air.

Metode

Penelitian ini terdiri dari dua tahapan yaitu penetapan kisaran variabel proses, dan optimasi formula mi kering sagu dengan substitusi tepung kacang hijau.

Penetapan Kisaran Variabel Proses Pembuatan Mi Kering

Proses pembuatan mi sagu meliputi pencampuran bahan kering (pati sagu, tepung kacang hijau, dan GMS (2% dari total bahan kering)) selama 5 menit, kemudian ditambahkan air dan diaduk selama 5 menit. Adonan diekstrusi pada suhu 80-90°C. Untaian mi kemudian dikeringkan menggunakan oven rak pengering pada suhu 50°C selama 120 menit.

Pada tahap penelitian pendahuluan untuk menetapkan kisaran persentase tepung kacang hijau adalah 20, 30 dan 40% melalui hasil *trial and error*, suhu proses dalam ekstruder 80-90°C dan kecepatan *screw* ekstruder 25,1 Hz. Kemudian dilakukan penetapan kisaran kadar air tepung yaitu 50, 60, 70% (basis kering) berdasarkan hasil *trial and error* suhu proses dalam ekstruder 80-90°C dan kecepatan *screw* ekstruder 25,1 Hz. Mi sagu yang keluar dari ekstruder dengan kecepatan ekstruder yang konstan dan dalam bentuk mi yang seragam yang dilihat secara visual dapat ditetapkan sebagai kondisi *steady state*. Sampel diambil setelah mi yang keluar sepanjang kira-kira 1 meter.

Optimasi Formula Mi Kering Sagu dengan Substitusi Tepung Kacang Hijau

Formulasi optimum diperoleh dengan menggunakan rancangan percobaan *D-Optimal Design* dengan program *Design Expert* (DX7). Faktor yang digunakan sebagai variabel adalah pati sagu (80-100%) dan tepung kacang hijau (0-20%). Kisaran nilai masing-masing variabel ditetapkan berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian pendahuluan. Respon yang diukur adalah *cooking loss*, elongasi, kekerasan dan kelengketan. Program DX7 dengan dua variabel akan menghasilkan 13 formula. Pada penelitian ini proses optimasi dipilih untuk komposisi yang paling optimal yaitu dengan *desirability* tertinggi berdasarkan penetapan target (sasaran) dan *importance* setiap parameter yang diukur. Satu formula optimum didapatkan dari *cooking loss* minimum, elongasi maksimum, profil tekstur (kekerasan dan kelengketan *in range*).

Analisis respon

Cooking loss. *Cooking loss* diukur dengan menggunakan metode modifikasi oleh Collado dkk. (2001). *Cooking loss* dihitung didasarkan pada berat kering mi.

Elongasi. Elongasi mi yang telah direhidrasi diukur dengan menggunakan *Texture Analyzer* TA-XT2i, dengan jarak *probe* sebesar 2 cm, kecepatan *probe* 0,3 cm/s dan *strain* 90%.

Profil tekstur (kekerasan dan kelengketan). Profil tekstur diukur dengan menggunakan *Texture Analyzer* TA-XT2i dengan diameter *probe* 35 mm, *pre test speed* 2,0 mm/s,

test speed 0,1 mm/s, rupture test distance 50. Nilai kekerasan ditunjukkan dengan *absolute (+) peak* yaitu gaya maksimal, nilai kelengketan ditunjukkan dengan *absolute (-) peak*. Satuan kekerasan dan kelengketan adalah *gramforce* (gf).

Uji Sensori. *Multiple comparison test* yang digunakan untuk analisis sensori terhadap kualitas mi rehidrasi. Analisis sensori yang dilakukan menggunakan metode Meilgaard dkk. (1999). Analisis yang dilakukan menyangkut penerimaan terhadap sifat atau kualitas sampel yang diujikan dan melibatkan panelis tidak terlatih sebanyak 70 orang. Panelis diminta mengungkapkan tanggapan pribadinya dengan nilai skala terhadap kekerasan, kelengketan, elastisitas dan kesukaan secara keseluruhan untuk sampel mi sagu dan mi terigu. Uji hedonik menggunakan skala angka dari 1-7 (sangat tidak suka sampai sangat suka) dengan desain penyajian sampel menggunakan uji *t-test*. Data yang diperoleh tersebut ditabulasi dan dianalisis dengan analisis ragam (*ANOVA*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penetapan Kisaran Variabel Proses Pembuatan Mi Kering

Pembuatan mi pati terdiri dari beberapa tahap yaitu: (1) pencampuran bahan kering dan air hingga terbentuk adonan, (2) ekstrusi, (3) pemotongan, dan (4) pengeringan. Pembuatan mi pati berbahan baku sagu pada penelitian ini menggunakan teknologi *hot extrusion* dengan ekstruder ulir ganda/*twin screw extruder*. Ekstrusi adalah suatu proses dimana bahan mengalami proses pencampuran dan pemanasan dengan suhu tinggi (Mishra dkk., 2012).

Proses terbaik dipilih dari nilai *cooking loss* yang rendah dan elongasi yang tinggi. Mi yang diproses dengan substitusi tepung kacang hijau kurang dari 20% memiliki *cooking loss* yang rendah dan elongasi yang tinggi, dibandingkan dengan substitusi tepung kacang hijau > 20%. Pada substitusi 30-40% tepung kacang hijau terlihat bahwa mi yang keluar dari ekstruder mudah patah. Dari hasil tahap ini ditetapkan persentase substitusi tepung kacang hijau dengan kisaran 0-20% sebagai batas maksimal pada tahap formulasi dengan program *Mixture Design* pada tahap penelitian utama.

Pada proses pembuatan mi kering sagu dilakukan pengaturan suhu ekstrusi 80-90°C. Tinggi rendahnya suhu yang digunakan saat ekstrusi dapat mempengaruhi proses gelatinisasi pati bahan. Semakin rendah suhu (< 80°C) yang digunakan maka semakin sulit produk untuk tergelatinisasi sehingga produk yang keluar dari ekstruder tidak masak. Adapun penggunaan suhu (> 90°C) akan menyebabkan mi yang lengket dan tidak berbentuk untaian mi yang lurus. Sehingga suhu yang optimal yaitu suhu pada kisaran terjadinya proses gelatinisasi pati dari bahan baku yang digunakan sehingga produk yang keluar dari ekstruder akan mengalami gelatinisasi secara sempurna sebelum semua air yang ditambahkan menguap.

Penambahan air pada adonan berpengaruh pada pembuatan mi. Jumlah air yang ditambahkan yaitu 60% dari jumlah total adonan kering. Penggunaan air < 60% menyebabkan adonan terlalu kering sehingga produk hasil ekstrusi kurang transparan dan keras sehingga sewaktu dibentuk mudah patah, sedangkan penggunaan air > 60% akan menyebabkan mi yang mudah putus saat keluar dari ekstruder.

Tabel 1. Rancangan formula mi hasil program *Mixture Design* (DX7) beserta respon profil tekstur, *cooking loss* dan elongasi

Formula	Pati sagu (X ₁)	Tepung kacang hijau (X ₂)	Kekerasan (gf)	<i>Cooking loss</i> (%)	Kelengketan (gf)	Elongasi (%)
1	90,00	10,00	1823,95	13,37	-13,83	176,81
2	92,00	8,00	1840,45	11,87	-14,10	203,06
3	82,50	17,50	1515,85	14,10	-28,13	151,35
4	100,00	0,00	3268,75	6,16	-44,52	218,21
5	90,00	10,00	1690,05	11,06	-13,99	170,21
6	85,00	15,00	1548,85	12,58	-5,88	152,85
7	95,00	5,00	2042,65	10,91	-26,85	229,84
8	80,00	20,00	1475,85	14,20	-11,06	125,59
9	80,00	20,00	1459,90	15,28	-10,11	129,98
10	100,00	0,00	3193,30	7,39	-24,17	215,74
11	80,00	20,00	1468,60	14,70	-9,44	126,00
12	100,00	0,00	2357,30	8,10	-13,31	221,06
13	97,50	2,50	2111,40	9,98	-34,94	236,89

Dari hasil *trial and eror* diperoleh air yang ditambahkan adalah 60% dari total adonan kering, karena dengan jumlah air tersebut dapat menghasilkan mi dengan bentuk dan tekstur adonan yang baik. Penggunaan air dalam proses ekstrusi diperlukan untuk proses gelatinisasi (Mishra dkk., 2012).

Optimasi Formulasi Mi Kering Sagu Menggunakan Mixture Design (Design Expert 7.0)

Berdasarkan hasil analisis respon dari 13 formula, Mixture Design (DX7) akan merekomendasikan persamaan *polynomial* yang cocok (linier, kuadratik, dan kubik) untuk hasil analisis respon. Proses pemilihan model yaitu dilihat dari persamaan yang menunjukkan model memiliki hasil signifikan (lebih kecil atau sama dengan 0,05). Berikut disajikan hasil analisis respon yang berdasarkan profil tekstur, *cooking loss* dan elongasi produk (Tabel 1).

Respon Kekerasan Produk

Tekstur yang dihasilkan pada mi sangat bergantung pada karakteristik fisik tepung yang digunakan, berupa kemampuan menyerap air, kekuatan gel dan profil gelatinisasi. Gelatinisasi pati yang terjadi selama proses pengolahan sangat mempengaruhi kekerasan mi yang dihasilkan. Menurut Marti dkk. (2010) kekakuan struktur mi dipengaruhi oleh tingkat gelatinisasi granula pati atau tepung.

Kekerasan merupakan daya tahan bahan untuk pecah akibat gaya tekan yang diberikan. Semakin besar gaya yang dibutuhkan maka menandakan kekerasan semakin tinggi. Ada beberapa faktor yang menyebabkan penurunan kekerasan diantaranya *cooking loss* dan efek gelatinisasi pati. Salah satunya adalah nilai *cooking loss* (Vignoux, 2005). Semakin besar nilai *cooking loss* maka akan menyebabkan kekerasan semakin menurun. Fenomena ini dimungkinkan karena banyaknya padatan yang telah hilang.

Peningkatan kekerasan pada saat pemasakan ditandai dengan semakin kecilnya penetrasi air dan panas ke dalam mi. Amilosa merupakan faktor yang paling penting yang mempengaruhi kekuatan gel pati karena asosiasi secara cepat, retrogradasi dan interaksinya dengan lipid untuk membentuk kompleks heliks dan asosiasi amilosa dengan amilopektin untuk memberikan kekuatan jaringan gel (Jane dan Chen, 1992). Kandungan amilosa yang tinggi diinginkan untuk pembuatan mi pati (Liu dan Shen, 2007). Kandungan amilosa kacang hijau pati berkisar dari 30,9% hingga 34,3%, dan jauh lebih besar dari pati ubi jalar (Tan dkk., 2006). Menurut Shandu dkk. (2010) mengatakan bahwa nilai kekerasan mi dipengaruhi oleh kemampuan pengembangan pati atau tepung penyusunnya. Tepung atau pati yang memiliki kemampuan pengembangan yang tinggi dapat menyebabkan penurunan kekerasan dan elastisitas mi.

Penambahan tepung kacang hijau ke dalam mi kering sagu diharapkan dapat menurunkan kekerasan mi. Kekerasan biasanya menunjukkan korelasi dengan kelengketan dan kandungan amilosa (Yu dkk., 2009). Berdasarkan hasil analisis dapat dilihat bahwa substitusi tepung kacang hijau memberikan pengaruh signifikan ($p < 0.05$) terhadap kekerasan mi kering sagu yang dianalisis menggunakan *texture analyzer* dengan model kuadratik dengan nilai $R^2 = 0,85$.

$$Y = 28,45 X_1 + 353,92 X_2 - 4,91 X_1 X_2 \quad (1)$$

Fenomena ini mungkin disebabkan oleh pengaruh dari komponen selain amilosa seperti protein (Singh dkk., 2011) dan serat. Ada beberapa faktor yang menyebabkan penurunan kekerasan diantaranya *cooking loss* (Vignoux, 2005) dan efek gelatinisasi pati. Semakin besar nilai *cooking loss* maka akan menyebabkan kekerasan semakin menurun. Fenomena ini dimungkinkan karena banyaknya padatan yang telah hilang selama pemasakan.

Respon Kelengketan Produk

Kelengketan merupakan daya rekat yang ditunjukkan dengan besarnya gaya yang dibutuhkan untuk menarik bagian pangan dan memisahkannya dari lempeng kompresi. Kelengketan yang tinggi tidak dikehendaki pada mi yang telah direhidrasi, karena akan menurunkan kualitas makan. Tabel 1 menunjukkan kelengketan yang semakin menurun seiring dengan meningkatnya persentase kacang hijau yang ditambahkan.

Berdasarkan hasil analisis dapat dilihat bahwa substitusi tepung kacang hijau memberikan pengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap kelengketan mi sagu yang dianalisis menggunakan *texture analyzer* dengan model linier.

$$Y = 0,58 X_2 - 0,27 X_1 \quad (2)$$

Kelengketan mi pati pada berbagai tahap proses persiapan tidak hanya menyediakan informasi tentang kemampuan pemisahan, tetapi juga menunjukkan efek perlakuan (Chen dkk., 2002). Penambahan tepung kacang hijau pada pembuatan mi sagu dapat menurunkan kelengketan mi yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan penambahan tepung kacang hijau meningkatkan jumlah amilosa dalam mi yang dihasilkan. Mir dkk. (2013) menyatakan bahwa kelengketan dapat menurun dalam tepung beras yang mengandung sedikit amilosa dengan menambahkan tepung jagung yang tinggi amilosa.

Respon Elongasi Produk

Elongasi menunjukkan semakin besarnya ukuran panjang maksimum mi yang mengalami tarikan sebelum

putus. Mi dengan elongasi yang tinggi menunjukkan kualitas yang baik, karena tidak mudah putus dan hancur ketika dimasak atau dikonsumsi. Tabel 1 menunjukkan elongasi pati mi sagu tanpa dan dengan penambahan tepung kacang hijau.

Pemilihan model melalui program *Mixture Design* (DX7) menunjukkan bahwa model kubik sesuai untuk respon elongasi. Persamaan matematika untuk respon elongasi mi sagu adalah sebagai berikut:

$$Y = 2,21 X_1 + 250,24 X_2 - 4,24 X_1 X_2 + 0,02 X_1 X_2 (X_1 - X_2) \quad (3)$$

Analisis ANOVA menunjukkan nilai $R^2 = 0,95$ untuk model ini. Hasil pengukuran elongasi terbesar yaitu pada formula 13 sebesar 236,89% dan nilai terendah pada formula 8 yaitu 125,00%. Elongasi semakin menurun dengan penambahan tepung kacang hijau. Hal ini dimungkinkan oleh peningkatan protein dalam produk. Menurut Pratama dan Nisa (2014) penambahan tepung kacang hijau dalam pembuatan mi kering akan meningkatkan daya putus mi kering masak.

Respon Cooking Loss Produk

Analisis pemasakan terhadap mi sagu yang dilakukan dalam penelitian ini adalah *cooking loss*. *Cooking loss* menunjukkan banyaknya padatan yang terdapat di dalam mi yang keluar serta terlarut ke dalam air selama proses pemasakan (Richana dan Widaningrum, 2009). *Cooking loss* semakin meningkat seiring dengan bertambahnya persentase tepung kacang hijau. Hal ini diduga karena protein dan serat yang terkandung dalam tepung kacang hijau berpengaruh terhadap fenomena ini. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Limroongreungrat dan Huang (2007) yang menyatakan bahwa terjadi peningkatan *cooking loss* pada mi berbahan dasar tepung ubi jalar dengan penambahan konsentrasi *defatted soy flour* atau konsentrat protein dengan jumlah yang semakin tinggi. Penelitian Marti dkk. (2010), menyatakan bahwa pasta dengan bahan yang mengandung serat yang tinggi seperti *brown rice flour* memiliki *cooking loss* yang lebih tinggi dibandingkan dengan pasta berbahan dasar *milled rice flour*.

Substitusi tepung kacang hijau secara signifikan berpengaruh terhadap peningkatan *cooking loss* mi sagu ($p < 0,05$). Model prediksi untuk *cooking loss* mi sagu adalah model linier dengan nilai $R^2 = 0,92$. Dari hasil analisis diperoleh plot normal yang kurang bagus sehingga disarankan melakukan transformasi dari bentuk *none* menjadi bentuk *power* dengan lambda 2,51 sehingga diperoleh bentuk normal plot yang lebih baik. Model matematika untuk respon *cooking loss* mi sagu adalah sebagai berikut:

$$(Y)^{2,51} = 1,84 X_1 + 35,17 X_2 \quad (4)$$

Analisis ANOVA menunjukkan nilai $R^2 = 0,87$ untuk model ini. Substitusi tepung kacang hijau secara signifikan berpengaruh terhadap peningkatan *cooking loss* mi sagu ($p < 0,05$). Hal ini ditunjukkan dengan persamaan linier dimana semakin banyak tepung kacang hijau yang ditambahkan akan menghasilkan mi sagu dengan *cooking loss* yang tinggi, ditandai dengan air rebusan mi menjadi semakin keruh karena banyak pati yang larut, serta bahan yang dimasak menjadi lebih lengket (Battacharya dkk., 1999). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh adanya kulit ari yang juga berkontribusi pada tingginya kadar serat sehingga meningkatkan *cooking loss*nya.

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa nilai *cooking loss* semakin tinggi dengan semakin tingginya persentase substitusi tepung kacang hijau pada pembuatan mi. Nilai *cooking loss* juga berhubungan dengan adanya ikatan antara amilosa dengan protein (Vignaux, 2005). Nilai viskositas puncak dan nilai kemampuan pengembangan tepung juga dapat mempengaruhi peningkatan dan penurunan *cooking loss*. Kim dkk. (1996) menyatakan bahwa nilai kemampuan pengembangan dan viskositas puncak yang tinggi juga menyebabkan tingginya nilai *cooking loss*. Menurut Charutigon dkk. (2007) terjadinya *cooking loss* yaitu adanya kelarutan pati tergelatinisasi yang ikatannya lemah di permukaan mi. Rayas-Duarte dkk. (1996) menyatakan bahwa semakin lemah ikatan amilosa-protein (gluten), maka struktur keseluruhan mi akan melemah dan memudahkan padatan untuk larut selama pemasakan berlangsung.

Nilai *cooking loss* yang semakin kecil adalah yang paling diinginkan. Semakin rendah nilai *cooking loss* menunjukkan bahwa mi tersebut memiliki tekstur yang baik dan homogen. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai *cooking loss* terendah pada mi sagu yang dibuat dengan jumlah sagu 100% dan yang tertinggi dengan jumlah substitusi kacang hijau sebesar 20%.

Optimasi Produk

Tahap optimasi merupakan suatu tahapan yang dilakukan untuk meminimumkan sumber daya yang diperlukan atau variabel tertentu dan memaksimumkan hasil berdasarkan kriteria yang diinginkan. Penelitian ini memiliki sasaran menghasilkan produk yang memiliki *cooking loss* yang rendah dan elongasi yang tinggi. Berdasarkan kriteria yang diinginkan tersebut maka dalam penentuan formula optimum dilakukan pengaturan target dari tiap respon. Program DX7 akan mengolah semua variabel respon yang memberikan beberapa solusi formula sebagai formula mi sagu.

Untuk respon elongasi dipilih target maksimum, untuk kekerasan dan kelengketan dipilih target *in range*, sedangkan untuk respon *cooking loss* dipilih yang minimum. Penentuan

urutan prioritas tiap variabel respon turut mempengaruhi formula optimum yang dihasilkan. Urutan prioritas respon dari yang tertinggi hingga yang terendah adalah elongasi, *cooking loss*, kekerasan dan kelengketan. Respon elongasi memiliki nilai kepentingan 5 yang berarti menempati prioritas utama, *cooking loss* menempati prioritas kedua dengan nilai 4, sedangkan kekerasan dan kelengketan menempati prioritas terakhir dengan nilai 3. Kriteria yang digunakan untuk menetapkan kondisi proses yang mampu menghasilkan produk mi sagu optimum disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria yang digunakan untuk menetapkan mi sagu yang optimum

Parameter	Sasaran	Batas bawah	Batas atas	Importance
Kekerasan	<i>In range</i>	1459,9 gf	3268,75 gf	3
<i>Cooking loss</i>	<i>Minimum</i>	6,16467 %	15,2817 %	4
Kelengketan	<i>In range</i>	-44,52 gf	-5,8816 gf	3
Elongasi	<i>Maximum</i>	125,5875 gf	236,8875 gf	5

Program DX7 akan mengolah data sesuai dengan kriteria yang telah diberikan. Program DX7 akan memberikan beberapa solusi dengan komposisi bahan penyusun yang berbeda-beda dengan tingkat *desirability* yang berbeda juga. Pemilihan formula yang paling optimal adalah berdasarkan nilai *desirability* yang tertinggi. Nilai ini besarnya 0 sampai dengan 1. Nilai *desirability* menunjukkan kemungkinan atau kecenderungan hasil atau respon yang akan dicapai sesuai dengan target optimasi yang diinginkan. Semakin tinggi nilai *desirability* menandakan bahwa formula yang terpilih dapat mencapai variabel respon sesuai dengan yang dikehendaki. Walaupun demikian, tujuan optimasi bukan untuk mencari nilai *desirability* 1.0, namun untuk mencari kondisi terbaik yang mempertemukan semua fungsi.

Meskipun demikian, variabel respon yang didapatkan tidak dapat sepenuhnya sesuai dengan yang ditetapkan. Adapun program DX7 telah memberikan kisaran (*range*) nilai perkiraan (*point prediction*) untuk masing-masing respon. Hal ini bertujuan untuk mengantisipasi ketidaktepatan hasil untuk setiap variabel respon.

Formula terbaik yang terpilih adalah formula dengan komposisi pati sagu 95,3%, dan tepung kacang hijau 4,7%,

GMS 2%, (air 60% dari adonan kering). Pemilihan formula tersebut dikarenakan memiliki nilai *desirability* lebih tinggi dibandingkan dengan formula lainnya yaitu sebesar 0,64. Menurut Wang dan Fang (2010) optimasi proporsi komponen dilakukan dengan fungsi *desirability*.

Tahap Validasi Produk

Kegiatan validasi dilakukan dengan cara membuat produk sesuai dengan formula yang direkomendasikan. Validasi dilakukan untuk mengetahui kesesuaian model yang didapat dari program *Mixture Design* dengan kenyataan pembuatan mi di lapangan. Validasi formula optimum dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Komposisi bahan baku formula terpilih adalah pati sagu 95,3%, dan tepung kacang hijau 4,7%, sedangkan komposisi bahan lainnya sama dengan tahap formulasi. Berdasarkan perhitungan optimasi, diperkirakan pula nilai variabel respon dari formula terpilih. Hasil dari pengujian yang didapatkan kemudian dibandingkan dengan nilai prediksi untuk masing-masing respon dari formula yang direkomendasikan.

Pada Tabel 3, disajikan nilai prediksi dan aktual dari masing-masing variabel respon. Hasil validasi menunjukkan hasil masih berada dalam interval prediksi kepercayaan 95% dari program DX7 sesuai dengan Tabel 2. Nilai prediksi dan aktual dari respon dibandingkan untuk mengetahui kesesuaian persamaan respon permukaan (Borhan dkk., 2014).

Karakterisasi Mi Sagu Optimum

Mi sagu optimum yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara fisik, kimia, serta analisis sensori. Analisis fisik yang dilakukan berupa kekerasan, kelengketan, elongasi dan *cooking loss* dan analisis kimia berupa analisis proksimat dan kandungan amilosa. Analisis sensori yang dilakukan berupa t-test untuk membandingkan mi sagu dengan substitusi kacang hijau dengan mi kering terigu yang beredar dipasaran.

Analisis Fisik dan Kimia

Hasil analisis fisik dan kimia mi sagu formula optimum dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil validasi mi sagu terhadap respon dan point prediksi formula optimum

Respon	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata-rata	Prediksi 95% batas bawah	Prediksi 95% batas atas
Kekerasan (gf)	1902,80	2075,20	2010,10	1996,03	1948,20	2409,41
Kelengketan (gf)	-22,20	-16,70	-18,60	-19,20	-30,78	-16,60
Elongasi (%)	215,29	213,71	214,05	214,35	207,13	234,96
<i>Cooking loss</i> (%)	10,78	10,81	10,86	10,82	9,44	10,89

Tabel 4. Karakteristik fisik dan kimia mi sagu formula optimum

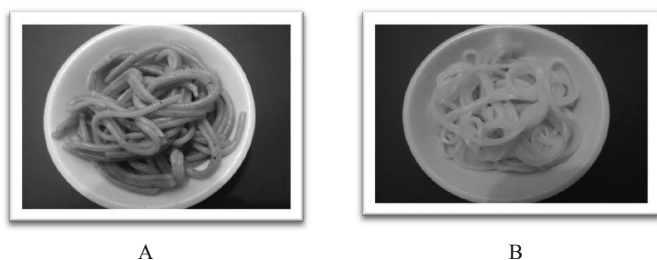
Karakteristik	Mi sagu
Kadar air (%)	11,76
Kadar abu (%bb)	0,31
Kadar lemak (%bb)	0,12
Kadar protein (%bb)	1,80
Amilosa (%)	25,94
Kekerasan (gf)	1996,03
Kelengketan (gf)	-19,20
Elongasi (%)	214,35
Cooking loss (%)	10,82

Analisis tekstur tersebut penting dalam penentuan penerimaan konsumen terhadap mi. Berdasarkan hasil pengukuran bahwa mi kering sagu memiliki nilai kekerasan lebih tinggi dibandingkan dengan mi kering terigu. Mi sagu tidak mengandung gluten, sehingga yang memengaruhi tekstur adalah kandungan amilosa, serat dan protein. Mi berbahan dasar pati diketahui memiliki *cooking loss* yang rendah namun kekerasan yang tinggi (Hormdok dan Noomhorn, 2007).

Analisis kimia yang dilakukan meliputi analisis proksimat (kadar air, kadar abu, kadar lemak, dan kadar protein) dan kadar amilosa. Kadar protein mi sagu rendah karena substitusi tepung kacang hijau yang dapat menambah protein hanya disubstitusi dalam jumlah yang kecil, sehingga jumlah protein produk tidak terlalu signifikan. Adapun kadar amilosa sangat mempengaruhi tekstur produk yang dihasilkan. Nilai *cooking loss* berhubungan dengan adanya ikatan antara amilosa dengan protein (Vignaux, 2005).

Analisis Sensori dengan Uji T-Test

Analisis sensori merupakan suatu analisis yang dilakukan untuk menentukan penilaian tingkat kesukaan panelis terhadap suatu produk pangan (Meilgaard dkk., 1999). Pengujian organoleptik bertujuan untuk membandingkan tingkat kesukaan panelis terhadap produk mi kering sagu dibandingkan dengan produk mi kering yang sudah beredar di pasaran. Sampel yang dijadikan sebagai pembanding adalah produk mi kering terigu komersil bermerek A.



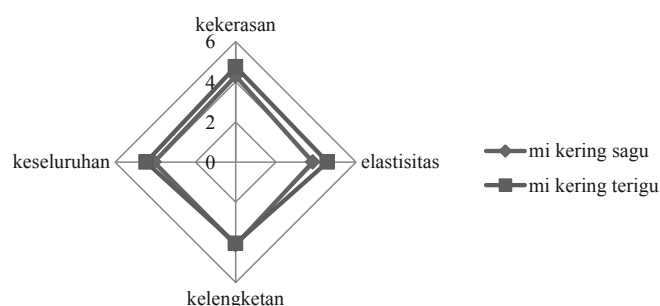
Gambar 1. A. Mi sagu formula optimum B. Mi terigu setelah rehidrasi

Hasil rekapitulasi dari analisa organoleptik akan dilakukan dengan uji *t-test*. Parameter yang diujikan untuk sensori adalah parameter kekerasan, kelengketan, elastisitas dan penerimaan secara keseluruhan. Hasil analisis sensori dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisis sensori mi kering sagu dan mi kering terigu setelah rehidrasi

Sampel	Parameter			
	Kekerasan	Elastisitas	Kelengketan	Keseluruhan
Mi kering sagu	4,29 ^a	3,84 ^b	4,13 ^a	4,06 ^a
Mi Kering terigu	4,74 ^a	4,57 ^a	4,06 ^a	4,46 ^a

Keterangan: huruf yang berbeda menunjukkan nilai berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%



Gambar 2. Grafik spider web hasil analisis sensori mi sagu dan mi terigu setelah rehidrasi

Kekerasan berdasarkan analisis hedonik diperoleh bahwa kekerasan pada mi kering sagu dan mi kering terigu tidak berbeda nyata. Mi kering sagu memiliki skor 4,29 (netral-agak suka) dan mi kering terigu mempunyai skor 4,74 (netral-agak suka).

Elastisitas atau kekenyalan dilakukan untuk memperoleh penilaian panelis terhadap tingkat kesukaan mengenai parameter kekenyalan produk mi yang dihasilkan. Berdasarkan analisis hedonik didapatkan hasil bahwa elastisitas pada mi kering sagu dan mi kering terigu sangat berbeda nyata. Mi kering sagu memiliki skor 3,84 (agak tidak suka-netral) dan mi kering terigu mempunyai skor 4,57 (netral-agak suka). Hal ini dikarenakan mi terigu lebih lunak sehingga tidak terlalu kenyal dan lebih mudah digigit dibandingkan dengan mi kering sagu. Mi terigu dipengaruhi oleh protein gluten dalam pembentukan jaringan dengan cara berikatan dengan komponen yang lain untuk membentuk adonan visko-elastik (Hu dkk., 2007), sedangkan pada mi kering sagu tekstur mi dipengaruhi oleh pati dalam membentuk jaringan dengan mekanisme retrogradasi (Tam dkk., 2004).

Kelengketan berdasarkan analisis hedonik didapatkan hasil bahwa kelengketan pada mi kering sagu dan mi kering terigu tidak berbeda nyata. Mi kering sagu memiliki skor 4,13

(netral-agak suka) dan mi kering terigu mempunyai skor 4,06 (netral-agak suka).

Parameter uji secara keseluruhan (*overall*) digunakan dalam uji hedonik untuk mengukur tingkat kesukaan panelis terhadap keseluruhan atribut yang ada pada produk. Hal ini dilakukan karena hasil pengujian terhadap atribut tertentu saja menunjukkan nilai yang berbeda-beda. Berdasarkan hasil pengujian hedonik dapat diketahui bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap atribut keseluruhan dari mi kering sagu dan mi kering terigu tidak berbeda nyata. Mi kering sagu memiliki skor 4,06 (netral-agak suka) dan mi kering terigu memiliki skor 4,46 (netral-agak suka).

KESIMPULAN

Penambahan tepung kacang hijau dapat menurunkan kekerasan, kelengketan, akan tetapi elongasi mi sagu juga menurun, dan meningkatkan *cooking loss*. Produk yang optimum diperoleh pada komposisi pati sagu 95,3%, dan tepung kacang hijau 4,7%. Pada kondisi ini mi sagu memiliki karakteristik skor kekerasan 1996,03 gf, skor kelengketan -19,20 gf, skor elongasi 214,35%, dan skor *cooking loss* 10,82%. Hasil analisis sensori menunjukkan mi kering sagu dan mi kering terigu memiliki skor netral-agak suka (mi kering sagu dengan skor 4,06 dan mi kering terigu memiliki skor 4,46).

DAFTAR PUSTAKA

- Alfons, J.B. dan Rivaie, A.A. (2011). Sagu mendukung ketahanan pangan dalam menghadapi dampak perubahan iklim. *Jurnal Perspektif* **10**(2): 81-91.
- Bhattacharya, M., Zee, S.Y. dan Corke, H. (1999). Physicochemical properties related to quality of rice noodles. *Cereal Chemistry Journal* **76**(6): 861-867.
- Borhan, F.P., Gani, S.S.A. dan Shamsuddin, R. (2014). The use of D-optimal mixture design in optimising okara soap formulation for stratum corneum application. *The Scientific World Journal* **2014**: 1-8.
- Charutigon, C., Jintana, J., Pimjai, N. dan Vilai, R. (2007). Effects of processing conditions and the use of modified starch and monoglyceride on some properties of extruded rice vermicelli. *LWT-Food Science and Technology* **41**: 642-651.
- Chen, Z., Sagis, L., Legger, A., Linssen, J.P.H., Schols, H.A. dan Voragen, A.G.J. (2002). Evaluation of starch noodles made from three typical Chinese sweet potato starches. *Journal of Food Science* **67**(9): 3342-3347.
- Collado, L.S., Mabesa, L.B., Oates, C.G. dan Corke, H. (2001). Bihon-types noodles from heat moisture treated sweet potato starch. *Journal of Food Science* **66**(4): 604-609.
- Gimenez, M.A., Gonzalez, R.J., Wagner, J., Torres, R., Lobo, M.O. dan Samman, N.C. (2013). Effect of extrusion conditions on physicochemical and sensorial properties of corn-broad beans (*Vicia faba*) spaghetti type pasta. *Food Chemistry* **136**: 538-545.
- Hormdok, R. dan Noomhorn, A. (2007). Hydrothermal treatments of rice starch for improvement of rice noodle quality. *LWT-Food Science and Technology* **40**: 1723-1731.
- Hu, X.Z., Wei, Y.M., Wang, C. dan Kovacs, M.I.P. (2007). Quantitative assessment of protein fraction of Chinese wheat flours and their contribution to white salted noodle quality. *Food Research International* **40**: 1-6.
- Jane, J.L. dan Chen, J.F. (1992). Effect of amylose molecular size and amylopectin branch chain length on paste properties of starch. *Cereal Chemistry* **69**(1): 60-65.
- Katayama, K., Komae, K., Tamiya, S., Khoyama, K., Nakatani, M. dan Komaki, K. (2006). Studies on the breeding for improving starch properties in sweet potato. Review. *The Japan Agricultural Research Quarterly* **40**(2): 115-122.
- Kim, Y.S., Wiesenbom, D.P., Lorenzen, J.H. dan Berglund, P. (1996). Suitability of edible bean and potato starches for starch noodles. *Cereal Chemistry* **73**: 302-308.
- Lii, C.Y. dan Chang, S.M. (1981). Characterization of red bean (*Phaseolus radiatus* var. Aurea) starch and its noodle quality. *Journal of Food Science* **46**: 78-81.
- Limroongreungrat, K. dan Huang, Y.W. (2007). Pasta products made from sweet potato fortified with soy protein. *LWT-Food Science and Technology* **40**: 200-206.
- Liu, W.J. dan Shen, Q. (2007). Studies on the physicochemical properties of mung bean starch from sour liquid processing and centrifugation. *Journal of Food Engineering* **79**: 358-363.
- Marti, A., Seetharaman, K. dan Pagani, M.A. (2010). Rice-based pasta: A comparison between conventional pasta-making and extrusion-cooking. *Journal of Cereal Science* **52**: 404-409.
- Mir, J.A., Srikaeo, K. dan Garcia, J. (2013). Effects of amylose and resistant starch on starch digestibility of rice flours and starches. *International Food Research Journal* **20**(3): 1329-1335.
- Mishra, A., Mishra, H.N. dan Rao, P.S. (2012). Preparation of rice analogues using extrusion technology. *International Journal of Food Science and Technology* **47**: 1789-1797.

- Meilgaard, Civille, Car. (1999). *Sensory Evaluation Technique*. 3rd edn. CRC Press. Boca Raton, USA.
- Muhammad, K., Kusnandar, F., Hashim, D.M. dan Rahman, R.A. (1999). Application of native and phosphorylated tapioca starches in potato starch noodle. *International Journal of Food Science and Technology* **34**: 275-280.
- Padalino, L., Mastromatteo, M., Lecce, L., Cozzolino, F. dan Nobile, M. (2013). Manufacture and characterization of gluten-free spaghetti enriched with vegetable flour. *Journal of Cereal Science* **57**: 334-342.
- Pratama, I.A. dan Nisa, F.C. 2014. Formulasi mie kering dengan substitusi tepung kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) dan penambahan tepung kacang hijau (*Phaseolus radiates L.*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri* **2**(4p): 101-112.
- Purwani, E.Y., Widaningrum, Thahir, R. dan Muslich. (2006). Effect of heat moisture treatment of sago starch on its noodle quality. *Indonesian Journal of Agricultural Sciences* **7**(1): 8-14.
- Rayas-Duarte, P., Mock, C.M. dan Satterlee, L.D. (1996). Quality of spaghetti containing buckwheat, amaranth, and lupin flours. *Cereal Chemistry* **73**: 381-387.
- Richana, N. dan Widaningrum. (2009). Penggunaan tepung dan pasta dari beberapa varietas ubi jalar sebagai bahan baku mi. *Jurnal Pascapanen* **6**(1): 43-53.
- Sandhu, Maninder, Mukesh. (2010). Studies on noodle quality of potato and rice starches and their physicochemic, pasting and gel texture properties. *Food Science and Technology* **43**: 1289-1293.
- Singh, N., Pal, N., Mahajan, G., Singh, S. dan Shevkani, K. (2011). Rice grain and starch properties: Effects of nitrogen fertilizer application. *Carbohydrate Polymers* **86**: 219-225.
- Syamsu, K., Fauzi, A.M., Hartoto, L., Suryani, A. dan Atifah, N. (20007). Pemanfaatan hidrolisat pati sagu sebagai sumber karbon untuk memproduksi bioplastik polihidroksi alkanoat (pha) oleh *Ralstonia eutropha* pada sistim kultivasi fed batch. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia* **9**(1): 17-21.
- Tam, L.M., Corke, H., Tan, W.T., Li, J. dan Collado, L.S. (2004). Production of bihon-type noodle from maize starch differing in amylose content. *Cereal Chemistry* **81**(4): 475-480.
- Tan, H.Z., Gu, W.Y., Zhou, J.P., Wu, W.G. dan Xie, Y.L. (2006). Comparative study on the starch noodle structure of sweet potato and mung bean. *Journal of Food Science* **71**(8): 447-455.
- Tan, H.Z., Li, Z.G. dan Tan, B. (2009). Starch noodles: History, classification, materials, processing, structure, nutrition, quality evaluating and improving. Review. *Food Research International* **42**: 551-576.
- Vignaux, N. (2005). Quality of spaghetti made from full and partial waxy durum wheat. *Cereal Chemistry* **82**: 93-100.
- Wang, P-S. dan Fang, J-J. (2010). The optimization of medicine formulation using mixture experiments. *Proceeding of the International Multiconference of Engineers and Computer Scientist*. 2010 (3). Hongkong.
- Yu, S., Ma, Y. dan Sun, D.W. (2009). Impact of amylose content on starch retrogradation and texture of cooked milled rice during storage. *Journal of Cereal Science* **50**: 139-144.