

OPTIMASI PROSES DAN FORMULA PADA KARAKTERISTIK KELENGKETAN MI SAGU

(Process and Formula Optimization on Stickiness Characterization of Sago Noodle)

Adnan Engelen

Staf Pengajar Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Politeknik Gorontalo

Email : adnanengelen@yahoo.co.id

Abstrak

Untuk menghasilkan mi sagu dengan karakteristik kelengketan yang mempunyai nilai minimum. Mi sagu dihasilkan melalui optimasi proses menggunakan *twin screw extruder* dan penambahan *glycerol monostearate* (GMS) serta *isolated soybean protein* (ISP). Optimasi proses dilakukan menggunakan *response surface methodology* (RSM) dengan tiga variabel proses yaitu suhu ekstruder (65-80°C), konsentrasi GMS (0-5%), dan ISP (0-10%). Penelitian ini terdiri atas tiga tahapan yaitu 1) penetapan kisaran variabel proses dan formula, 2) optimasi proses dan formula, 3) verifikasi hasil optimasi, Kondisi proses optimum diperoleh pada suhu 80°C, GMS (4.5%), dan ISP (3,7%). Kondisi optimum menghasilkan mi yang memiliki kelengketan 235.10 gf.

Kata kunci: Mi, sago, pati,

Abstract

The aim of this research was to optimize the processing of dried sago noodle to get the minimum value from stickiness of sago noodle. Sago noodle was made through a process using twin screw extruder with the addition of GMS (Glycerol Monostearate) and ISP (Isolated Soybean Protein). Process optimization was performed with RSM (response surface methodology) using three process variables, i.e. extruder temperature (65-80°C), GMS concentration (0-5%), and ISP concentration (0-10%). This study consisted of three stages: 1) determination of the range of process variable and formula, 2) optimization of process and formula, 3) verification of the optimization result, the optimum process condition was temperature of 80°C, GMS of 4.5%, and ISP of 3.7%. The optimum condition produced dried noodle having a stickiness of 235.10 gf.

Keyword : noodle, Sago, Starch

1. PENDAHULUAN

Ditjenbun Kementan (2013) menyatakan bahwa lahan sagu dunia seluas 2.5 juta ha, sekitar 50% terdapat di Indonesia (1.25 juta ha). Dari luas tersebut 1.2 juta ha terdapat di Papua dan Papua Barat. Produk hasil olahan sagu adalah pati sagu (Adawiyah *et al.* 2013; Budijanto dan Yulianti 2012; Mohamed *et al.* 2008). Syakir dan Karmawati (2013) melaporkan bahwa potensi produktivitas sagu seluruh Indonesia dapat mencapai 6.84 juta ton/tahun. Produksi pati sagu dapat mencapai 25 ton pati kering/ha/tahun (Sumaryono 2007). BPTP (2009) melaporkan bahwa pati sagu telah dimanfaatkan sebagai bahan makanan di beberapa daerah Indonesia, seperti pengolahan sagu dalam bentuk papeda (Papua), sinonggi (Sulawesi Tenggara), dan kapurung

(Sulawesi Selatan). Disamping itu, pemanfaatan pati sagu yang lain adalah untuk produksi mi pati (Singhal *et al.* 2008; Sugiyono *et al.* 2009; Purwani *et al.* 2006).

Menurut Tan *et al.* (2009), karakteristik mi pati berbeda dengan mi berbahan gandum karena mi pati mengalami satu atau dua perlakuan panas selama proses. Perlakuan panas dapat dilakukan melalui proses perebusan atau pengukusan yang menggelatinisasi pati dan selanjutnya mengalami retrogradasi sehingga terbentuk mi pati. Tan *et al.* (2009) membagi teknologi pengolahan mi pati menjadi tiga metode yaitu *dropping*, *cutting*, dan ekstrusi. Metode *dropping* dan *cutting* merupakan teknologi proses pembuatan mi pati yang tradisional, sedangkan metode ekstrusi adalah teknologi proses pembuatan mi pati yang modern. Metode ekstrusi dapat menghasilkan mi pati yang efisien dan prosedur yang lebih sederhana tanpa mempersiapkan pasta pati secara terpisah. Mi pati yang diperoleh dari metode ini tidak mudah rusak akibat pemasakan.

Mi yang diproses dengan menggunakan ekstruder memiliki kelemahan dari aspek proses

(suhu) dan formula terhadap karakteristik mutu mi. Kelemahan-kelemahan mi pati sago yang diproses dengan ekstruder antara lain kelengketan yang tinggi dan mudah putus dengan perlakuan panas (Haryanto *et al.* 2011), dan memiliki kekerasan tinggi dengan perlakuan *heat moisture treatment* (HMT) (Purwani *et al.* 2006). Horndok *et al.* (2007) melaporkan mi berbahan pati dengan perlakuan panas memiliki kekerasan yang tinggi. Kelemahan-kelemahan tersebut dapat diatasi dengan menambahkan *isolated soybean protein* (ISP) dan *glycerol monostearate* (GMS). Berdasarkan penelitian Takahashi *et al.* (1986) penambahan ISP sebanyak 5% pada mi berbahan dasar pati kentang dan pati kacang hijau diketahui dapat meningkatkan elongasi, menurunkan kelengketan, dan kelarutan. Berdasarkan penelitian Kaur *et al.* (2005) bahwa penambahan GMS sebanyak 1% pada mi pati jagung dan mi pati kentang dapat menurunkan *cooking loss*.

II. METODE PENELITIAN

II.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2014 hingga Oktober 2014 di Technopark Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Laboratorium Biokimia Pangan dan Pengolahan Pangan Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

II.2. Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah *glycerol monostearate* (GMS) diperoleh dari PT Lutan Luas, Jakarta, *isolated soybean protein* (ISP) dan pati sago hasil ekstraksi batang tanaman sago (*Metroxylon sago*) diperoleh dari PT.Bina Sago Lestari, Jakarta. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *dough mixer*, timbangan, *twin screw extruder* (Berto BEX-DS-2256), pengering rak (*tray drier*), desikator berisi bahan pengering, *oven*, *texture analyzer* (TA-XT2), penangas, *chromameter* (CR 300 Minolta, USA) dan alat-alat pendukung lainnya.

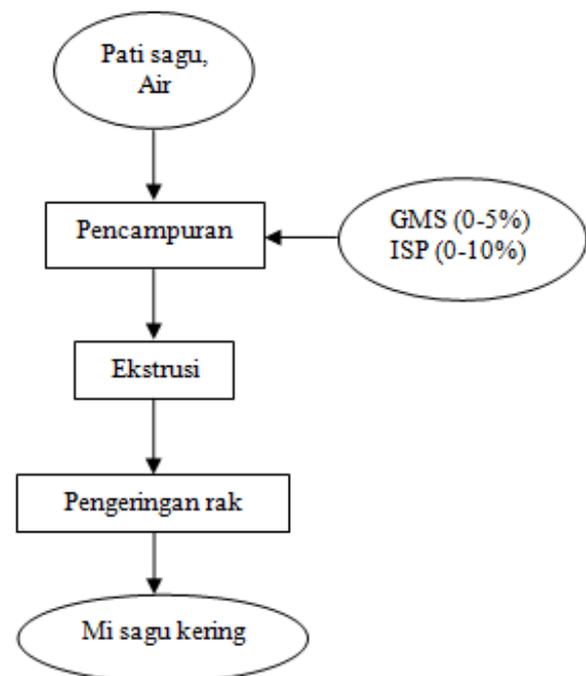
II.3. Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri atas tiga tahapan yaitu 1) penetapan kisaran variabel proses dan formula, 2) optimasi proses dan formula, 3) verifikasi hasil optimasi.

II.4. Penetapan Kisaran Variabel Proses dan Formula

Penetapan kisaran variabel proses dan formula dilakukan dengan *trial and error* yang terdiri dari tiga tahapan, yaitu 1) pemilihan kisaran suhu proses ekstruder dan kadar air adonan, 2) pemilihan suhu dan waktu pengeringan pada alat

pengering rak (*tray drier*), dan 3) pemilihan konsentrasi ISP dan GMS. Pada tahap pertama, kisaran suhu proses ekstruder adalah 60, 65, 80 dan 85°C, sedangkan kadar air yang digunakan adalah 40, 50, 60 dan 70% dari berat pati sago (2 kg). Tahap penetapan batas maksimum dan minimum suhu proses ekstruder dan kadar air dilakukan untuk memperoleh nilai kisaran maksimum dan minimum penggunaan suhu ekstruder dan kadar air sehingga dapat menghasilkan mi dengan karakteristik fisik yang baik. Pemilihan kisaran suhu proses ekstruder dan kadar air adonan didasarkan pada karakteristik fisik mi pati sago yang dihasilkan dari ekstruder. Proses pembuatan mi pada tahap ini adalah pati sago sebanyak 2 kg kemudian ditambahkan dengan air sesuai perlakuan (40-70%), setelah itu diaduk dengan menggunakan *dough mixer* selama ± 20 menit, adonan dimasukkan ke dalam ekstruder dan diproses dengan suhu sesuai perlakuan (60-85°C) untuk menghasilkan mi pati sago. Proses pembuatan mi sago kering dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Proses pembuatan mi sago kering

Tahap kedua bertujuan untuk mendapatkan kisaran suhu pengeringan mi pati sago yang dihasilkan pada tahap pertama. Suhu pengeringan yang digunakan adalah 40, 50 dan 60°C. Suhu pengeringan terpilih merupakan suhu pengeringan dengan waktu pengeringan terkecil yang menghasilkan karakteristik fisik mi sago kering yang baik. Proses pengeringan dilakukan menggunakan alat pengering rak.

Tahap ketiga adalah penentuan kisaran konsentrasi GMS dan ISP. Penentuan kisaran dilakukan berdasarkan penelitian Takahashi *et al.*

(1986) yang menambahkan ISP sebanyak 5% pada mi berbahan dasar pati kentang dan pati kacang hijau dan penelitian Kaur *et al.* (2005) yang menambahkan GMS sebanyak 1% pada mi pati jagung dan mi pati kentang. Berdasarkan penelitian tersebut maka kisaran konsentrasi yang digunakan adalah GMS (0-5%) dan ISP (0-10%).

II.5. Optimasi Proses dan Formula dengan

Design Expert 7.0

Tahap optimasi proses dan formula dilakukan setelah rancangan percobaan proses dan formula. Pada tahap ini dicari proses dan formulasi dari komponen-komponen yang dicampurkan sehingga dihasilkan respon yang optimal. Hal penting yang harus diperhatikan pada tahap formulasi adalah menentukan variabel dan rentang nilainya. Variabel formula adalah komponen dari formula yang mempengaruhi respon yang akan diukur dan dioptimasi. Variabel formula yang digunakan adalah konsentrasi GMS dan ISP. Jumlah dari kedua komponen ini sebesar 0-5% (GMS) dan 0-10% (ISP). Variabel proses yang digunakan adalah suhu pada kisaran 65-80°C. Formula yang disarankan oleh program *Design Expert 7.0* ada 20 seperti terlihat pada Tabel 4. Tahap selanjutnya adalah analisis respon yang meliputi penentuan model respon yang tepat terhadap parameter mutu, kemudian ditentukan proses dan formula yang optimal. Respon yang akan ditentukan berdasarkan karakteristik mutu yang akan berubah akibat perubahan proporsi dari komponen-komponennya. Respon yang digunakan dalam penelitian ini adalah respon kekerasan, kelengketan, elongasi dan *cooking loss*. Respon-respon yang dipilih menggambarkan mutu produk yang dihasilkan.

Model dari masing-masing respon yang diperoleh kemudian dioptimasi. Proses optimasi dipilih dengan nilai *desirability* tertinggi berdasarkan penetapan target dan tingkat kepentingan yang diharapkan. Tujuan optimasi bukan untuk mencari nilai *desirability* 1.0 tapi untuk mencari kondisi terbaik yang mempertemukan semua fungsi tujuan. Komponen-komponen yang dioptimasi diberikan pembobotan kepentingan untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Pembobotan kepentingan ini dinamakan kepentingan (*importance*) yang dapat dipilih mulai dari 1 (+) hingga 5 (+++++) sesuai kepentingan variabel respon. Semakin banyak tanda positif yang diberikan menunjukkan tingkat kepentingan variabel respon yang semakin tinggi. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan *D-Optimal Design* model kuadrat dengan teknik RSM (*response surface*

methodology) menggunakan program *Design Expert 7.0*. rancangan percobaan *response surface methodology* digunakan untuk menentukan proses yang paling optimal sehingga diperoleh hasil yang paling optimum. Parameter mutu mi sagu kering yang dianalisis adalah profil tekstur (kekerasan dan kelengketan), elongasi dan *cooking loss*.

II.6. Verifikasi Hasil Optimasi

Setelah program *Design Expert 7.0* memberikan solusi proses dan formula optimum, selanjutnya dilakukan pembuatan formula yang direkomendasikan tersebut. Hal ini dilakukan untuk memperoleh nilai aktual setiap respon dari proses dan formula yang direkomendasikan. Tahap verifikasi dilakukan setelah tahap optimasi proses dan formula dengan menggunakan program *Design Expert 7.0*. Tahap verifikasi bertujuan untuk melakukan pembuktian terhadap prediksi dari nilai respon proses hasil optimasi yang diberikan oleh program *Design Expert 7.0*. Nilai respon aktual yang didapatkan dari tahapan verifikasi dibandingkan dengan prediksi respon yang dihasilkan oleh program *Design Expert 7.0*.

II.7. Pengerinan dengan Pengerin Rak

(Tray Drier)

Faktor penting yang harus diperhatikan dalam pembuatan mi sagu kering adalah suhu dan waktu pengeringan. Suhu pengeringan yang digunakan untuk mengeringkan mi sagu adalah 50, 60, dan 70°C. Pengeringan dilakukan dengan variasi waktu yaitu 15, 30, 60, 90, 120 dan 180 menit. Setelah dikeringkan, mi sagu kering diukur kadar airnya.

II.8. Prosedur Analisis

II.8.1. Analisis Fisik

Profil Tekstur (Kekerasan dan Kelengketan)

Menggunakan TA-XT2i

Probe yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 35 mm. Pengaturan TAXT-2 yang digunakan adalah sebagai berikut : *pre test speed* 2,0 mm/s, *test speed* 0,1 mm/s, *rupture test distance* 50%, mode TPA (*Texture Profile Analysis*). Seuntai sampel mi dengan panjang yang melebihi diameter *probe* diletakkan di atas landasan lalu ditekan oleh *probe*. Sampel ditekan oleh *probe* sejauh 50% dari ukuran asal dengan kecepatan 0.1 mm/s, kemudian berhenti dengan jeda waktu 5 s, *probe* melakukan penekanan kedua sejauh 50% ukuran asal dengan kecepatan 0.1 mm/s. Gaya yang dibutuhkan untuk kompresi diukur. Berdasarkan kurva didapatkan nilai yang

berupa kekerasan dan kelengketan. Nilai kekerasan ditunjukkan dengan *absolute (+) peak* yaitu gaya maksimal, dan nilai kelengketan ditunjukkan dengan *absolute (-) peak*. Satuan kedua parameter ini adalah *gram force* (gf).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

III.1. Kisaran Variabel Proses dan Formula

Pengaruh suhu ekstruder dan kadar air adonan terhadap sifat fisik mi pati sagu sebelum dikeringkan (setelah keluar dari ekstruder) disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, perlakuan suhu ekstruder dan kadar air adonan mempengaruhi karakteristik mi. Kisaran suhu ekstruder untuk proses optimasi yang dipilih adalah 65-80°C dan kadar air adonan 60% karena menghasilkan sifat fisik mi pati sagu yang tidak mudah putus dan tidak lengket.

Suhu (°C)	Kadar air (%)	Sifat fisik mi pati sagu
60	40	Lunak, mudah putus
	50	Lunak, mudah putus
	60	Lunak, mudah putus
	70	Tidak diproses ekstrusi karena adonan cair
65	40	Lunak, mudah putus
	50	Lunak, mudah putus
	60	Agak lunak, tidak mudah putus
	70	Tidak diproses ekstrusi karena adonan cair
80	40	Keras, lengket
	50	Agak keras, tidak lengket
	60	Agak keras, tidak lengket
	70	Tidak diproses ekstrusi karena adonan cair
85	40	Sangat keras, lengket
	50	Keras, lengket
	60	Keras, lengket
	70	Tidak diproses ekstrusi karena adonan cair

Tabel 1 Sifat fisik mi pati sagu akibat suhu ekstruder dan kadar air adonan

Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap sifat fisik mi sagu kering disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3, perlakuan suhu dan lama pengeringan pada alat pengering rak (*tray drier*) mempengaruhi karakteristik mi. Penggunaan suhu 50°C selama 3 jam dapat menghasilkan sifat fisik mi yang tidak mudah patah dibandingkan penggunaan suhu 40°C dan 60°C. Oleh karena itu, suhu 50°C dipilih untuk tahapan proses optimasi pembuatan mi sagu kering.

Suhu (°C)	Lama pengeringan	Sifat fisik mi sagu kering
-----------	------------------	----------------------------

	(Jam)	
40	3.50	Agak keras, mudah patah
50	3.00	Agak keras, tidak mudah patah
60	2.75	Keras, mudah patah

Tabel 2 Sifat fisik mi sagu kering akibat suhu dan lama pengeringan

Penentuan kisaran konsentrasi GMS dan ISP dilakukan berdasarkan penelitian Takahashi *et al.* (1986) yang menambahkan ISP sebanyak 5% pada mi berbahan dasar pati kentang dan pati kacang hijau. Hasil penelitian Takahashi *et al.* (1986) menunjukkan penambahan ISP sebanyak 5% dapat meningkatkan elongasi, menurunkan kelengketan, dan kelarutan. Berdasarkan penelitian Kaur *et al.* (2005) bahwa penambahan GMS sebanyak 1% pada mi pati jagung dan mi pati kentang dapat menurunkan *cooking loss*. Berdasarkan penelitian tersebut maka kisaran konsentrasi yang digunakan adalah GMS 0-5% dan ISP 0-10%.

III.2. Optimasi Proses dan Formula dengan *Design Expert 7.0*

Berdasarkan teknik RSM dengan rancangan *D-Optimal Design* model kuadratik, dari tiga variabel (Suhu, GMS dan ISP) diperoleh 20 satuan percobaan. Tabel 4 menunjukkan total percobaan dan hasil pengukuran optimasi proses pembuatan mi sagu kering menggunakan RSM. Pengaruh *range* suhu (65-80°C) dan penambahan konsentrasi GMS (0-5%) serta ISP (0-10%) menghasilkan nilai kekerasan (1153.6-19365.2 gf), kelengketan (27.53-425.33 gf), elongasi (2.893-284.853 %), dan *cooking loss* (4.84-30.45%).

No	Suhu Ekstruder (°C)	GMS (%)	ISP (%)	Kelengketan (gf)
1	65	0.0	10.0	268.63
2	71	2.0	0.0	275.83
3	80	5.0	0.0	289.03
4	75	0.0	3.8	27.53
5	75	0.0	10.0	221.63
6	80	0.0	0.0	146.63
7	80	0.0	0.0	157.93
8	65	0.0	3.5	295.33
9	65	3.2	10.0	254.13
10	71	5.0	6.0	272.63

11	71	1.9	6.1	202.93
12	74	3.1	10.0	425.33
13	80	5.0	10.0	230.93
14	80	2.0	6.0	51.43
15	80	2.0	6.0	81.93
16	80	5.0	10.0	284.43
17	80	5.0	0.0	290.23
18	65	5.0	0.0	294.53
19	78	4.5	5.0	286.23
20	65	5.0	0.0	291.13

Tabel 3 Hasil pengukuran kelengketan mi sagu kering pada proses optimasi menggunakan RSM

Rekapitulasi hasil analisis untuk semua respon terukur disajikan pada Tabel 5. Berdasarkan Tabel 5, model prediksi dari berbagai respon untuk mi sagu kering adalah interaksi 2 faktor (kekerasan), linier (kelengketan), linier (elongasi) dan kuadratik (*cooking loss*). Analisis ANOVA menunjukkan nilai $R^2 = 0.7766$ untuk kekerasan, $R^2 = 0.4029$ untuk kelengketan, $R^2 = 0.5140$ untuk elongasi, dan $R^2 = 0.8012$ untuk respon *cooking loss*. Nilai hasil R^2 dengan masing-masing model menunjukkan variabel yang digunakan menjelaskan respon terukur.

Parameter	Kelengketan
Prediksi Model	Linear
Signifikansi Model	0.0369*
A-Suhu	0.0605
B-GMS	0.0160*
C-ISP	0.6171
AB	
AC	
BC	
R^2	0.4029

Keterangan: *berbeda nyata pada taraf 0.05

Tabel 4 Rekapitulasi hasil analisis regresi untuk respon terukur pada optimasi pembuatan mi sagu kering

III.3. Analisis Respon

III.3.1. Kelengketan

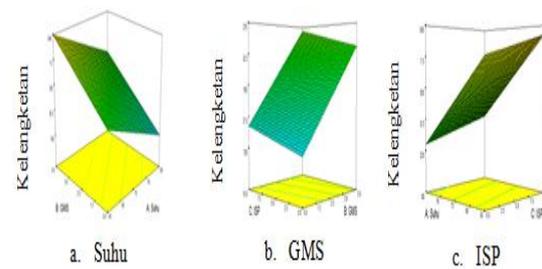
Kelengketan merupakan daya lengket yang ditunjukkan dengan besarnya gaya yang dibutuhkan untuk menarik bagian pangan dan memisahkannya dari lempeng kompresi. Nilai kelengketan yang rendah diharapkan dalam pembuatan mi. Model prediksi untuk kelengketan mi sagu kering adalah model linier. Analisis ANOVA pada Tabel 5 menunjukkan nilai $R^2 = 0.4029$ untuk model ini. Variabel linier A (0.0605) dan C (0.6171) tidak berpengaruh nyata terhadap respon kelengketan mi sagu kering ($p > 5\%$). Sedangkan variabel linier B (0.0160) berpengaruh nyata terhadap respon kelengketan ($p < 5\%$).

Persamaan model matematik untuk respon kelengketan mi sagu kering adalah:

$$\text{Kelengketan (gf)} = 605.56104 - 6.05153A + 23.64548B + 2.27880C$$

Keterangan : A = Suhu; B = GMS; C = ISP

Berdasarkan persamaan tersebut terlihat bahwa kelengketan dipengaruhi oleh GMS. Semakin tinggi konsentrasi GMS maka nilai kelengketan semakin meningkat. Hal ini ditunjukkan dengan konstanta yang bernilai positif. Pengaruh suhu ekstruder dan penambahan GMS dan ISP terhadap kelengketan mi disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2 Grafik RSM pada respon kelengketan mi sagu kering

Berdasarkan hasil analisis ANOVA, pengaruh suhu (Gambar 3a) tidak berbeda nyata terhadap respon kelengketan sedangkan penambahan GMS berpengaruh nyata terhadap respon kelengketan ($p < 5\%$). Gambar 3b menunjukkan bahwa penambahan GMS dapat meningkatkan kelengketan. Menurut Abdorreza *et al.* (2012), setiap 100 gr pati sagu alami mengandung 30 gr amilosa. Hal ini berarti kandungan amilosa adalah 30%, sedangkan amilopektin adalah 70%. Sesuai dengan yang dilaporkan Mohamed *et al.* (2008); Ahmad *et al.* (1999) bahwa *range* kandungan amilosa pada pati sagu adalah 24-31%. Semakin besar kandungan amilopektin diduga pati lebih basah, dan lengket. Sebaliknya jika kandungan amilosa tinggi, pati bersifat kering, dan kurang lengket. Gambar 3c menunjukkan bahwa penambahan ISP tidak berbeda nyata pada respon kelengketan.

III.3.2. Proses dan Formula Optimum

Proses optimasi dilakukan untuk mendapatkan suatu formula dengan respon-respon yang optimal. Nilai *desirability* yang diperoleh mendekati satu adalah respon yang paling optimal. Komponen-komponen yang dioptimasi diberikan pembobotan kepentingan untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Pembobotan kepentingan ini dinamakan *importance* yang dapat dipilih mulai dari 1 (+) hingga 5 (+++++) tergantung kepentingan variabel respon yang diinginkan. Semakin banyak tanda positif yang diberikan

menunjukkan tingkat kepentingan variabel respon yang semakin tinggi. Berikut ini komponen yang dioptimasi, nilai target, batas, dan kepentingan (*importance*) pada tahapan optimasi proses dan formula dengan menggunakan program *Design Expert 7.0* yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pembatas (*constraint*) pada penetapan proses optimum dengan RSM

Parameter	Tujuan	Batas Bawah	Batas Atas	Kepentingan
Kelengketan	Minimum	27.53 gf	425.33 gf	3

Tujuan penetapan dari faktor suhu adalah *in range* atau solusi yang diharapkan memiliki suhu yang berada pada kisaran 65-80°C seperti dalam rancangan percobaan. Kelengketan ditetapkan minimum dengan tingkat kepentingan 3, karena diinginkan produk mi yang tidak lengket saat dimasak. Hal ini didasarkan pada keinginan untuk mendapatkan produk mi dengan nilai kelengketan yang paling rendah karena menunjukkan mi tersebut memiliki tekstur yang baik dan homogen. Manthey dan Twombly (2006) menyatakan bahwa produk pasta seharusnya tidak lengket saat dimasak, memiliki tekstur padat dan nilai *cooking loss* lebih kecil.

Berdasarkan tahap optimasi yang dilakukan, program *Design Expert 7.0* memberikan nilai *desirability* (tingkat keinginan) untuk berbagai kondisi proses. Nilai *desirability* untuk berbagai kondisi proses dapat dilihat pada Tabel 6.

No	Suhu	GMS	ISP	Kelengketan	<i>Desirability</i>
1	80	4.5	3.7	235.10	0.643
2	80	4.3	1.9	228.13	0.640
3	80	5.0	4.8	250.55	0.633
4	77	4.8	1.3	257.16	0.580
5	66	2.2	7.0	272.85	0.454

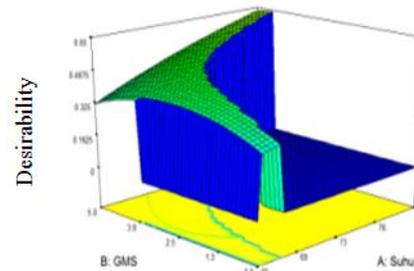
Tabel 5 Nilai *desirability* untuk berbagai kondisi proses

Nilai *desirability* ini didapatkan dari program *Design Expert 7.0* terhadap 20 proses perlakuan yang memberikan hasil optimum. Dari 5 kondisi proses, dipilih perlakuan yang memberikan nilai *desirability* mendekati 1 yang kemudian direkomendasikan oleh program *Design Expert 7.0* sebagai proses hasil optimasi. Nilai *desirability* yang paling mendekati nilai 1 menunjukkan semakin tingginya kesesuaian proses optimasi yang optimal dengan variabel respon yang dikehendaki. Berdasarkan Tabel 7, titik optimum diperoleh pada perlakuan perlakuan suhu 80°C, konsentrasi GMS 4.5% dan konsentrasi ISP 3.7% yang memberikan nilai *desirability* sebesar 0.643, yang artinya formula tersebut akan menghasilkan produk yang memiliki karakteristik yang paling optimal dan sesuai dengan keinginan sebesar 64.3%.

Nilai *desirability* yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh kompleksitas komponen, kisaran

yang digunakan dalam komponen, jumlah komponen, respon dan target yang ingin dicapai dalam memperoleh formula optimum. Kompleksitas jumlah komponen dapat dilihat pada persyaratan jumlah bahan baku yang dianggap penting dan berpengaruh terhadap produk untuk menentukan formulasi. Jumlah masing-masing bahan baku ditentukan dalam selang yang berbeda-beda yang berpengaruh terhadap nilai *desirability*. Semakin lebar selang maka penentuan formula optimum dengan *desirability* yang tinggi akan semakin sulit. Jumlah komponen dan respon juga mempengaruhi nilai *desirability*. Semakin banyak jumlah komponen dan respon, semakin sulit untuk mencapai keadaan optimum sehingga *desirability* yang dihasilkan kemungkinan rendah. Nilai masing-masing respon memiliki target yang berbeda sesuai dengan keinginan. Semakin besar tingkat kepentingan (*importance*) maka semakin sulit memperoleh formula optimum dengan *desirability* yang tinggi.

Berdasarkan grafik tiga dimensi pada Gambar 6, area yang rendah menunjukkan nilai *desirability* yang rendah, sedangkan area yang tinggi menunjukkan nilai *desirability* yang tinggi. Kondisi proses ini memiliki tingkat *desirability* paling tinggi yaitu 0.643. Berdasarkan hasil proses optimasi yang diperoleh dari nilai *desirability* yang terpilih (*selected*), mi sagu kering memiliki karakteristik kelengketan 235.10 gf.



Gambar 3 Grafik optimasi proses berdasarkan nilai *desirability*

Verifikasi Hasil Optimasi

Poin prediksi dari RSM menampilkan nilai prediksi terhadap nilai respon yang diberikan pada proses terpilih. Nilai tersebut diverifikasi untuk mengetahui apakah model dapat memprediksi nilai respon dengan baik. Nilai respon aktual didapatkan dari tahapan verifikasi yang kemudian dibandingkan dengan prediksi respon yang dihasilkan oleh program *Design Expert 7.0*. Program ini juga memberikan *confident interval* dan *prediction interval* untuk setiap nilai prediksi respon pada taraf signifikansi 5%. *Confident interval* adalah rentang yang menunjukkan ekspektasi rata-rata hasil pengukuran berikutnya.

Prediction interval adalah rentang yang menunjukkan ekspektasi hasil pengukuran respon berikutnya dengan kondisi sama.

Hasil verifikasi yang dilakukan serta prediksi dari setiap respon dapat dilihat pada Tabel 8. Hasil prediksi nilai respon aktual memiliki karakteristik kelengketan 277.83 gf. Berdasarkan hasil perbandingan data hasil verifikasi dengan prediksi yang dibuat oleh program *Design Expert* 7.0, nilai yang diperoleh dari keempat uji respon proses optimasi mi sago kering hasil verifikasi yang didapatkan masih memenuhi 95% *confident interval* dan 95% *prediction interval* yang telah diprediksikan. Oleh karena itu, persamaan yang didapatkan dianggap cukup baik untuk menentukan proses optimum dan respon yang didapatkan.

Respon	Prediction	95 % CI low	95 % CI high	95 % PI low	95 % PI high	Verifikasi result
Kelengketan	235.09	172.88	297.31	51.82	418.37	277.83

Tabel 6 Prediksi dan hasil verifikasi nilai respon proses hasil optimasi dengan program *Design Expert* 7.0

4. KESIMPULAN

Produk yang optimum menggunakan RSM diperoleh pada kondisi proses suhu 80°C, penambahan GMS 4.5%, dan ISP 3.7%. Mi sago kering pada kondisi ini memiliki kelengketan 235.10 gf.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdorreza MN, Robal M, Cheng LH, Tajul AY, Karim AA. 2012. Physicochemical, thermal, and rheological properties of acid-hydrolyzed sago (*Metroxylon sago*) starch. *Food Sci Technol* 46:135-141.
- Adawiyah DR, Sasaki T, Kohyama K. 2013. Characterization of arenga starch in comparison with sago starch. *Carbpol* 92:2306–2313.
- Ahmad FB, Williams PA, Doublierb JL, Durand S, Buleon A. 1999. Physico-chemical characterisation of sago starch. *Carbohydr Polym* 38:361–370.
- [BPTP] Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. 2009. Meningkatkan minat masyarakat mengolah sago untuk berbagai produk olahan. Sulawesi Tenggara.
- Budijanto S, Yuliyanti. 2012. Studi persiapan tepung sorgum (*Sorghum bicolor L. Moench*) dan aplikasinya pada pembuatan beras analog. *J Teknol Pertanian* 13(3):177-186.
- [DITJENBUN KEMANTAN] Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian. 2013. Peningkatan produksi, produktivitas dan mutu tanaman tahunan tentang pedoman teknis pengembangan tanaman sago. Jakarta.
- Haryanto B, Anggraeni D, Cahyana PT. 2011. Kajian pengembangan mie sago dengan metode ekstruder. Di dalam: Montolalu RI, Andarwulan N, Tooy D, Djarkasi GSS, Mentang F, Makapedua DM, editor. *Peran Teknologi dalam Pengembangan Pangan yang Aman, Bermutu dan Terjangkau bagi Masyarakat. Seminar Nasional Perhimpunan Teknologi Pangan Indonesia*; 2011 Sept 15-17; Manado, Indonesia. Manado (ID): Patpi, hlm 34-37.
- Herawati D. 2009. Modifikasi pati sago dengan teknik heat moisture treatment (HMT) dan aplikasinya dalam memperbaiki kualitas bihun [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Horndok R, Noomhorn A. 2007. Hydrothermal treatments of rice starch for improvement of rice noodle quality. *LWT-Food Sci and Technol* 40:1723-1731.
- Kaur L, Singh J, Singh N. 2005. Effect of glycerol monostearate on the physicochemical, thermal, rheological and noodle making properties of corn and potato starches. *Food Hydrocoll* 19:839-849.
- Manthey FA, Twombly W. 2006. Extruding and drying of pasta. Dalam: Hui YH (ed). *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering*, Vol 4. Boca Raton: Taylor and Francis Group, CRC Press pp: 158.1-158.13.
- Mohamed A, Jamilah B, Abbas KA, Abdul Rahman R, Roselina K. 2008. A review on physicochemical and thermorheological properties of sago starch. *Am. J. Agri. & Biol. Sci* 3(4): 639-646.
- Purwani EY, Widaningrum, Thahir R, Muslich. 2006. Effect of heat moisture treatment of sago starch on its noodle quality. *Indones J Agric Sci* 7(1):8-14.
- Singhal RS, Kennedy JF, Gopalakrishnan SM, Kaczmarek A, Knill CJ, Akmar PF. 2008. Industrial production, processing, and utilization of sago palm-derived products. *Carbpol* 72:1-20.

- Sugiyono, Thahir R, Kusnandar F, Purwani EY, Herawati D. 2009. Peningkatan kualitas mi instan sagu melalui modifikasi *heat moisture treatment*. *Prosiding Seminar Hasil – Hasil Penelitian IPB*.
- Sumaryono. 2007. Tanaman sagu sebagai sumber energi alternatif. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 29:4.
- Syakir M, Karmawati E. 2013. Potensi tanaman sagu (*metroxylon spp*) sebagai bahan baku bioenergi. *Perspektif* 12(2):57-64.
- Takahashi S, Hirao K, Watanabe T. 1986. Effect of added soybean protein on physico-chemical properties of starch noodles (harusame). *J Japan Soc Starch Sci* (Depun Kagaku) 33(1):15-24.
- Tan HZ, Li ZG, Tan B. 2009. Starch noodles: History, classification, materials, processing, structure, nutrition, quality evaluating and improving. *J Food Res Int* 42:551-576.