

**Formulasi dan Evaluasi Sensori Tepung Bumbu Ayam Goreng
Berbasis Tepung Singkong Termodifikasi**
*Formulation and Sensory Evaluation of Fried Chicken Spices Flour
Based Modified Cassava Flour*

Taufik Rahman^a, R. Cecep Erwan^a, Ainia Herminiati^a, Ela Turmala^b, dan Chandra Maulana^b

^aPusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna - LIPI

Jl. KS. Tubun No. 5 Subang

^bProgram Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik Universitas Pasundan

Jl. Setiabudhi No. 193 Bandung

Email : tkr_rh@yahoo.com

Diterima : 6 Desember 2016

Revisi : 28 Agustus 2017

Disetujui : 7 September 2017

Penelitian ini bertujuan untuk membuat formulasi tepung bumbu ayam goreng terbaik dan mengetahui mutu sensorinya yang berasal dari bahan baku tepung singkong termodifikasi metode *autoclaving-cooling cycles* (ACC). Tahapan kegiatan dimulai dengan pembuatan dan karakterisasi tepung singkong modifikasi ACC. Selanjutnya dilakukan pengujian organoleptik dengan menggunakan metode uji hedonik terhadap aplikasi tepung bumbu ayam goreng. Formulasi tepung bumbu ayam goreng dilakukan dengan perlakuan perbandingan tepung singkong modifikasi, tepung sagu, dan pati maizena. Hasil karakterisasi dan fungsional dari tepung singkong termodifikasi ACC memiliki kadar air 6,44 persen, kadar abu 1,78 persen, kadar protein 2,76 persen, kadar lemak 0,10 persen, kadar karbohidrat (by difference) 85,34 persen, kadar pati 67,31 persen, kadar amilosa 24,22 persen, kadar amilopektin 43,08 persen, kadar pati resisten 4,45 persen, WHC 28,85 persen, dan OHC 10,20 persen. Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa formula tepung bumbu ayam goreng terpilih dengan komposisi tepung singkong modifikasi 40 persen, tepung sagu 30 persen, pati maizena 18 persen, dan bumbu 22 persen. Tahapan berikutnya dilakukan optimasi formula tepung bumbu ayam goreng, yang dilakukan dengan program *Design Expert 7.0* metode D-optimal, selanjutnya dibandingkan dengan analisis laboratorium. Hasil nilai *desirability* (ketepatan) 0,774, menunjukkan bahwa selisihnya kecil antara hasil analisis yang ditawarkan dari program dengan analisis dari laboratorium.

kata kunci: *autoclaving cooling cycles*, optimalisasi formula, *mixture design*, tepung bumbu, tepung singkong termodifikasi.

ABSTRACT

The aim of this research was to formulate and determine the sensory quality of fried chicken seasonings flour made from modified cassava flour by using autoclaving-cooling cycles (ACC) method. The stage of this research begins with the making and characterization of modified cassava flour. Organoleptic testing was then performed using hedonic test against the application of fried chicken seasonings flour. Determining formula fried chicken seasonings flour with comparative treatment modified cassava flour, sago flour, corn starch, and seasoning. The experiment result showed that the modified cassava flour have a moisture content of 6.44 percent, ash content of 1.78 percent, protein content 2.76 percent, fat content 0.10 percent, carbohydrate (by difference) 85.34 percent, starch content 67.31 percent, amylose content

24,22 percent, amylopectin content 43.08 percent, resistant starch content 4.45 percent, WHC 28.85 percent, and OHC 10.20 percent. The results of organoleptic test showed that the formula selected of fried chicken seasonings flour with composition modified cassava flour of 40 percent, sago flour 30 percent, corn starch 18 percent, and seasonings 22 percent. The optimization of formula carried out through the program of Expert Design-7.0 with D-optimized method, then compared with the laboratory analysis. The result is the desirability value 0.774, indicating that the small difference between the analysis result offered of program and the analysis of laboratory.

keywords: autoclaving cooling cycles, mixture design, optimization of formula, modified cassava flour, seasonings flour.

I. PENDAHULUAN

Indonesia kaya akan tanaman umbi-umbian untuk dikembangkan sebagai bahan baku dan bahan penunjang bagi industri pangan maupun non pangan. Umbi-umbian adalah sumber karbohidrat yang memiliki potensi untuk diversifikasi pangan dan sebagai bahan pangan fungsional. Salah satu tanaman umbi yang memiliki potensi adalah singkong. Data BPS (2016) menunjukkan bahwa produksi singkong di Indonesia pada tahun 2015 mencapai 21.790.956 ton.

Tepung singkong merupakan produk antara yang dapat dibuat dari singkong. Karakteristik fungsional dari tepung singkong dapat ditingkatkan dengan mengolahnya menjadi tepung singkong termodifikasi, yang dapat dibuat dengan metode fermentasi menggunakan bakteri asam laktat (Subagio dkk., 2008) dan metode *autoclaving-cooling cycles-ACC* (Sugiyono, dkk., 2009).

Tepung dan pati tanpa perlakuan modifikasi telah banyak digunakan dalam proses pengolahan pangan, tetapi terdapat keterbatasan dari sifat fisik dan kimia pati untuk diaplikasikan pada produk pangan tertentu. Sifat fungsional pati dapat ditingkatkan sesuai karakteristik produk pangan dengan teknik modifikasi (Elliason dan Gudmundsson, 1996). Tepung termodifikasi adalah tepung yang diberi perlakuan tertentu yang bertujuan untuk menghasilkan sifat yang lebih baik untuk memperbaiki sifat sebelumnya atau untuk mengubah beberapa sifat lainnya. Salah satu

pemanfaatannya dapat digunakan untuk tepung bumbu siap saji untuk penyalut makanan.

Tepung bumbu adalah bahan makanan berupa campuran tepung dan bumbu dengan atau tanpa penambahan bahan makanan lain dan bahan tambahan makanan yang diizinkan (BSN, 1998). Tepung bumbu yang beredar dipasaran umumnya dibuat dari tepung komposit, garam, rempah-rempah, dan bahan tambahan pangan lainnya. Tepung komposit merupakan campuran tepung dari umbi-umbian yang mengandung karbohidrat yang tinggi (seperti dari singkong, ubi jalar, kentang), sereal (seperti dari jagung, beras, sorgum), dan mengandung protein yang tinggi (seperti dari kedelai), dengan atau tanpa penambahan tepung terigu (Seibel, 2016).

Tepung bumbu telah banyak dijumpai dipasaran, antara lain tepung bumbu untuk penyalut ayam goreng, pisang goreng, udang goreng, dan tempe goreng. Seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat yang tidak hanya menuntut pangan sebagai kebutuhan zat gizi, pangan juga harus mempunyai sifat fungsional bagi tubuh. Dengan penggunaan tepung singkong termodifikasi sebagai bahan baku tepung bumbu diharapkan dapat meningkatkan sifat fungsionalnya. Hasil penelitian Shin, dkk. (2004) menunjukkan bahwa perlakuan ACC terhadap pati dapat menurunkan daya cerna pati dan meningkatkan kadar pati resisten (*resistant starch* atau RS). RS didefinisikan sebagai fraksi pati atau produk degradasi pati

yang tidak terabsorpsi dalam usus halus individu yang sehat, dan bersifat resisten terhadap hidrolisis enzim *amilase*.

ACC adalah perlakuan fisik untuk memodifikasi pati alami menjadi pati resisten tipe III atau RS-3 (Zabar, dkk., 2008). Proses ACC merupakan kombinasi proses pemanasan menggunakan autoklaf yang mengakibatkan pati tergelatinisasi secara sempurna (fraksi amilosa keluar dari granula), dan proses penyimpanan suhu rendah yang mempercepat terjadinya retrogradasi pati, melalui proses kristalisasi amilosa yang bertanggung jawab pada pembentukan RS-3 (Sajilata, dkk., 2006).

Proses modifikasi dengan cara ACC yang berulang menyebabkan terjadinya peningkatan penyusunan amilosa-amilosa dan amilosa-amilopektin, serta peningkatan pembentukan kristalin yang lebih sempurna yang berakibat pada peningkatan kadar pati resisten tipe 3 (Leong, dkk., 2007). Rekrystalisasi amilosa terjadi selama proses pendinginan (*cooling*). Menurut Setiarto, dkk. (2015), bahwa amilosa teretrogradasi (RS-3) bersifat lebih stabil terhadap panas, sangat kompleks, dan tahan terhadap enzim *amylase*.

Tepung singkong termodifikasi dengan metode ACC dapat digunakan sebagai bahan baku untuk produk pangan. Karakteristik dari tepung singkong modifikasi ACC ini tidak sama dengan tepung terigu, sehingga diperlukan formulasi dalam pembuatan tepung bumbu untuk penyalut ayam goreng yang bermutu baik.

Tujuan penelitian ini untuk membuat formulasi tepung bumbu yang berbahan baku tepung singkong termodifikasi dengan metode ACC, yang digunakan sebagai penyalut ayam goreng dan untuk mengetahui mutu sensori tepung bumbu tersebut.

II. METODOLOGI

2.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah tepung singkong termodifikasi metode ACC, pati maizena, tepung sagu, soda kue, garam, lada

bubuk, bawang putih bubuk, penyedap rasa, minyak goreng, dan ayam *fillet*.

Bahan yang digunakan untuk analisis adalah *aquadest*, minyak goreng, N-Hexan, campuran selenium, H₂SO₄ pekat, NaOH 30 persen, HCl 0,01 N, asam borat, indikator pp, indikator campuran, H₂SO₄ 1,25 persen, NaOH 3,25 persen, buffer fosfat 0,08 M pH 6,0, enzim termamyl, NaOH 0,275 N, enzim protease, HCl 0,325 N, enzim AMG, aseton, dan etanol.

Alat yang digunakan adalah kompor gas, wajan, spatula, peniris minyak, *centrifuge harmonic series*, cawan, oven listrik *Memmert*, timbangan, tanur *muffle furnace*, labu kjeldahl, *Buchi Distillation Unit K-350*, perangkat titrasi, perangkat soxhlet, kertas saring Whatman no 42, kertas saring Whatman no 41, labu erlenmeyer, pompa vakum, *Kett Electric Laboratory C-100-3 Whitenessmeter*, dan *Spectrophotometer UV-VIS*.

2.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juli 2016 di Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (PPTTG-LIPI) Jalan KS. Tubun No. 5 Subang.

2.3. Metode dan Analisa

Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi :

Pertama, pembuatan tepung singkong termodifikasi dengan metode ACC mengacu pada hasil penelitian Sugiyono, dkk. (2009). Tepung singkong disuspensikan dalam air 20 persen, selanjutnya suspensi digelatinisasi pada suhu 70–85°C. Tahap berikutnya dipanaskan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C (Nazhrah dan Masniary, 2014), tekanan 1 atm, dan waktu sesuai perlakuan. Suspensi yang telah dipanaskan kemudian didinginkan pada suhu ruang, dilanjutkan dengan penyimpanan pada suhu 4°C selama 12–16 jam. Tahap akhir pengeringan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 50°C sampai kadar air maksimal 12 persen,

selanjutnya dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh.

Pengujian karakterisasi tepung singkong dan tepung singkong termodifikasi sebagai respon fisikokimia meliputi: analisis derajat putih tepung dengan menggunakan *Whitenessmeter*, kadar pati resisten (AOAC, 1995), analisis WHC (Sathe dan Salunkhe, 1981), analisis OHC (Sathe dan Salunkhe, 1981), kadar air dengan metode gravimetri (AOAC, 1995), kadar abu dengan metode gravimetri (AOAC, 1995), kadar lemak dengan metode *Soxhlet* (SNI 01-2891-1992), kadar protein dengan metode *Kjeldahl* (SNI 01-2891-1992), kadar serat kasar (SNI 01-2891-1992), kadar karbohidrat (AOAC, 1995), kadar pati (AOAC, 1995), amilosa (AOAC, 1995), dan amilopektin (AOAC, 1995).

Kedua, proses penimbangan terhadap bahan baku dan bahan penunjang yang digunakan sesuai formulasi, yaitu : (i) Formulasi dilakukan dengan melakukan pencampuran bahan-bahan kering dan pengadukan sampai homogen, seperti tepung singkong modifikasi, tepung sagu, pati maizena, dan tepung bumbu, dengan perbandingan: [40:30:16:14]; [40:30:18:12]; dan [40:35:13,5:11,5], untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1;

Tabel 1. Formulasi Tepung Bumbu

Formulasi	Kode Sampel		
	115 (%)	319 (%)	423 (%)
Tepung singkong modifikasi	40	40	40
Tepung sagu	30	30	35
Pati maizena	16	18	13,5
Soda kue	2,0	1,0	0,5
Garam	3,0	2,5	3,0
Lada bubuk	3,0	3,0	3,0
Bawang putih bubuk	4,0	4,0	4,0
Bumbu penyedap	2,0	1,5	1,0

Keterangan: formulasi dari tepung singkong modifikasi, tepung sagu, pati maizena, dan tepung bumbu, dengan perbandingan: [40:30:16:14] sampel 115; [40:30:18:12] sampel 319; dan [40:35:13,5:11,5] sampel 423

(ii) Persiapan daging ayam dilakukan supaya mempunyai ketebalan yang sama dan

beratnya 5–6 gram; (iii) Pembuatan adonan yang merupakan aplikasi dari tepung bumbu ayam goreng, dengan perbandingan terhadap air sebesar 25 : 75; (iv) Pelapisan ayam, dengan cara mencelupkan ayam ke dalam tepung bumbu, kemudian dicelupkan ke dalam adonan basah, lalu ditiriskan, dan terakhir dicelupkan kembali kedalam tepung bumbu ayam goreng kering; (v) Proses penggorengan dilakukan secara *deep fat frying* menggunakan minyak goreng, pada suhu 170°C selama 5 menit dengan tujuan untuk mematangkan adonan dan ayam goreng; (vi) Penirisan minyak bertujuan untuk menghilangkan sebagian minyak, bekas proses menggoreng, selanjutnya ayam goreng matang dikemas dalam plastik.

Ketiga, rancangan percobaan meliputi : penentuan formulasi optimal dengan menggunakan program *Design Expert* versi 7.0 metode *Mixture Design D-optimal* yang terdiri dari empat tahap, yaitu tahap perencanaan formula, tahap formulasi, tahap analisis, dan tahap optimalisasi.

Empat, penilaian organoleptik tepung bumbu yang telah diaplikasikan sebagai penyalut pada ayam goreng dilakukan secara hedonik (Soekarto dan Hubeis,1992) terhadap warna, rasa, tekstur renyah, aroma, dan keseluruhan, menggunakan 20 orang panelis semi terlatih. Skala penilaian secara numerik 1 – 6, dengan kriteria: 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = agak tidak suka, 4 = agak suka, 5 = suka, 6 = sangat suka. Sedangkan respon kimia untuk tepung bumbu ayam goreng dilakukan analisis terhadap WHC dan OHC.

Data hasil uji organoleptik selanjutnya diolah menggunakan ANAVA, apabila berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil pengujian dimasukkan ke dalam *Design Expert* (DX)-7, yang kemudian diproses oleh aplikasi DX-7 dan akan didapatkan formulasi optimal.

Mixture Design D-optimal merupakan rancangan untuk menentukan kombinasi variabel berubah dengan mengabaikan

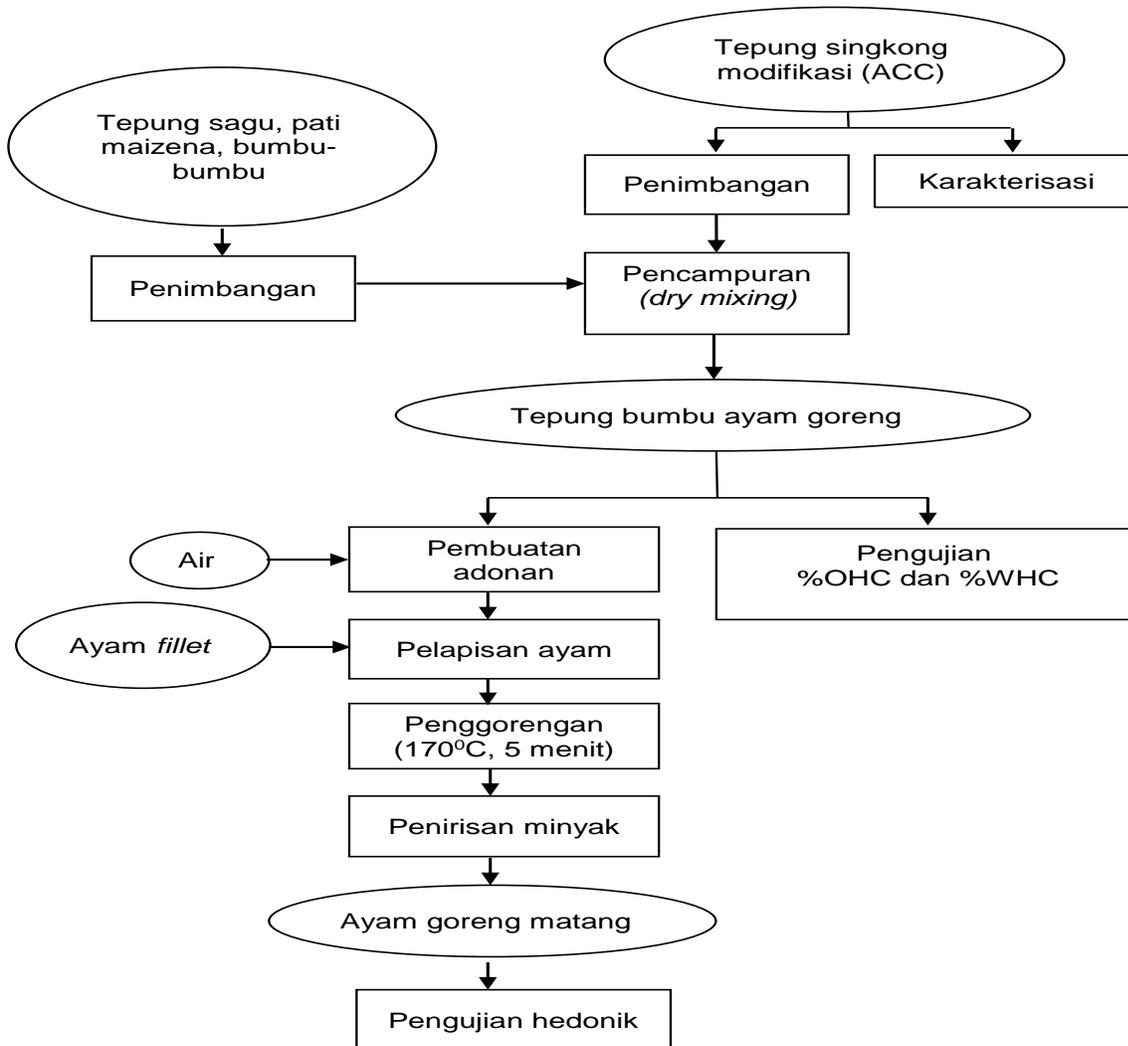
variabel tetap. Kisaran variabel berubah dimasukkan ke rancangan *Mixture Design D-optimal* pada program *Design Expert 7.0*. Kelebihan dari program *Design Expert* metode *mixture d-optimal* ini adalah ketelitian secara *numeric* mencapai 0,001. Dalam menentukan model matematik yang cocok untuk optimalisasi program ini akan memberikan rekomendasi berdasarkan nilai F dan R_2 terbaik dari data respon yang telah diukur dan dimasukkan ke rancangan, penentuan formulasi optimal berdasarkan respon kemudian saat optimalisasi akan muncul formulasi solusi yang telah dirangkum oleh program berdasarkan kesimpulan hasil seluruh respon (Akbar, 2012). Untuk lebih

jelasnya, tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakterisasi Tepung Singkong Modifikasi Metode ACC

Bahan baku singkong yang digunakan varietas manggu, berasal dari Desa Gandasoli, Kecamatan Tanjung Siang, Kabupaten Subang dengan umur panen 9 bulan. Karakterisasi bahan baku perlu dilakukan untuk menentukan kualitas bahan baku yang digunakan, karena terkait dengan produk akhir yang merupakan aspek penting dalam menentukan penerimaan konsumen.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian Formulasi dan Evaluasi Sensori Tepung Bumbu Ayam Goreng

Data karakterisasi tepung singkong dan tepung singkong termodifikasi dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Komposisi Fisikokimia dan Sifat Fungsional

Komposisi fisikokimia dan sifat fungsional	Tepung singkong (%)	Tepung singkong termodifikasi (%)
Air	5,45	6,44
Abu	1,97	1,78
Karbohidrat	87,41	85,34
Protein	2,78	2,76
Lemak	0,35	0,10
Serat kasar	2,04	2,48
Pati	68,56	67,31
Amilosa	27,38	24,22
Amilopektin	41,18	43,08
Pati resisten	3,93	4,45
Derajat putih	97,64	59,31
WHC	13,46	28,85
OHC	8,16	10,20

Terjadinya penurunan derajat putih pada tepung singkong termodifikasi, disebabkan terjadinya reaksi Maillard dengan terbentuknya warna kecoklatan (*browning*), hal ini dipengaruhi oleh suhu dan waktu pemanasan. Reaksi Maillard terjadi 3 tahap, yaitu reaksi tahap awal (*initial stage*), terjadinya pembentukan *glikosilamin* dan amadori *rearrangement*. Tahap reaksi *intermediate* meliputi reaksi dehidrasi, *fission*, dan degradasi *strecker*. Reaksi tahap akhir (*final stage*) terdiri dari: kondensasi aldol dan polimerisasi aldehyd-amin, yaitu pembentukan komponen nitrogen heterosiklik. Dampak yang ditimbulkan pada produk tepung adalah terjadinya penurunan mutu pangan, penurunan asam amino, dan terbentuknya komponen mutagenik pada bahan pangan (Cheng dan Crisoto, 2006).

Hal ini juga berpengaruh terhadap kadar abu, karbohidrat, protein, lemak, dan amilosa yang menurun, penyebab lainnya dikarenakan pemanasan akibat proses gelatinisasi yang dilanjutkan dengan proses pemanasan dengan menggunakan autoklaf membuat keempat komponen tersebut kadarnya menurun.

Kadar amilosa pada tepung singkong termodifikasi menurun, sedangkan kadar pati resisten meningkat. Menurut Nurhayati, dkk. (2014), kadar amilosa yang tinggi pada suatu bahan pangan tidak terlalu signifikan peranannya dalam upaya peningkatan kadar pati resisten, karena peningkatan kadar pati resisten tidak selalu disebabkan oleh tingginya kadar amilosa total, akan tetapi lebih dipengaruhi oleh tingginya jumlah amilosa rantai pendek (DP 19-29) yang terbentuk melalui hidrolisis *amilase* dan *pululanase* maupun linterisasi dengan hidrolisis asam kuat.

Variasi kadar amilosa tergantung dari varietas singkong yang digunakan sebagai bahan baku. Kadar amilosa juga dipengaruhi oleh waktu panen singkong. Sriroth, dkk. (1999) menyatakan bahwa kadar amilosa dan pati singkong pada umumnya akan lebih rendah pada tanaman yang masih dalam fase pertumbuhan dan belum siap panen.

Kadar pati resisten suatu bahan pangan yang dimodifikasi dalam bentuk tepung lebih rendah jika dibandingkan dalam bentuk pati. Hal ini dikarenakan adanya interaksi antara amilosa dengan senyawa lain seperti protein, lemak, maupun mineral yang dapat mengganggu terjadinya pembentukan pati resisten pada tepung. Dalam bentuk pati, senyawa amilosa dan amilopektin diekstrak dari komponen senyawa lainnya sehingga proses pembentukan pati resisten dapat terjadi dengan lebih mudah (Moongngarm, 2013).

Penurunan kadar pati dikarenakan perubahan pati menjadi gula pereduksi akibat pemanasan. Degradasi pati akibat pemanasan autoklaf menyebabkan putusnya sebagian kecil ikatan glikosidik pada amilosa maupun amilopektin yang berkontribusi terhadap terbentuknya gula pereduksi (Setiarto, dkk., 2015). Senada dengan hasil penelitian Moongngarm (2013), bahwa pada proses pembuatan tepung, seluruh komponen yang terkandung di dalam bahan pangan tetap dipertahankan keberadaannya sehingga tepung tidak hanya mengandung

pati karena masih tercampur dengan protein, lemak, serat, vitamin, dan mineral.

3.2. Analisis Organoleptik Tepung Bumbu Ayam Goreng

Respon organoleptik dengan uji hedonik dapat menentukan suatu produk diterima atau tidak oleh konsumen yang diwakili oleh panelis, pengujian dilakukan terhadap 3 sampel dengan konsentrasi tepung singkong termodifikasi yang berbeda kepada 20 panelis semi terlatih. Hasil pengujian terhadap rasa, aroma, warna, dan tekstur renyah yang paling banyak disukai oleh panelis yaitu sampel 319 dibandingkan dengan sampel 115 dan 423. Sampel 319 dengan formulasi: tepung singkong modifikasi 40 persen, tepung sagu 30 persen, pati maizena 18 persen, dan bumbu 22 persen. Selanjutnya sampel 319 ini terpilih sebagai acuan batas bawah dan batas atas pada program DX-7. Data hasil pengujian organoleptik dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Data Hasil Uji Organoleptik Tepung Bumbu Ayam Goreng

Atribut Mutu	Kode Sampel		
	115	319	423
Rasa	3,80 ^a	4,75 ^b	4,70 ^b
Aroma	3,80 ^a	4,55 ^b	4,45 ^b
Warna	3,35 ^a	5,10 ^b	5,00 ^b
Tekstur	4,00 ^a	4,05 ^a	4,00 ^a
Total	14,95	18,45	18,15

Keterangan: formulasi dari tepung singkong modifikasi, tepung sagu, pati maizena, dan tepung bumbu, dengan perbandingan: [40:30:16:14] sampel 115; [40:30:18:12] sampel 319; dan [40:35:13,5:11,5] sampel 423.

3.2.1. Warna

Warna merupakan hal pertama dalam pemilihan produk yang dilihat oleh konsumen, karena dapat menentukan kualitas dari produk. Hasil pengujian hedonik terhadap parameter warna didapatkan nilai rata-rata tingkat kesukaan panelis 3,35–5,10. Rentang nilai ini menunjukkan bahwa panelis memberikan penilaian netral ke suka terhadap warna ayam goreng yang telah diberi penyalut bumbu tepung. Dari hasil analisis sidik ragam dengan tingkat

kepercayaan 95 persen ($\alpha = 0,05$), menunjukkan bahwa formulasi memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada warna ayam goreng, karena perbedaan formula menghasilkan perbedaan yang nyata pada tingkat kesukaan panelis terhadap warna ayam goreng.

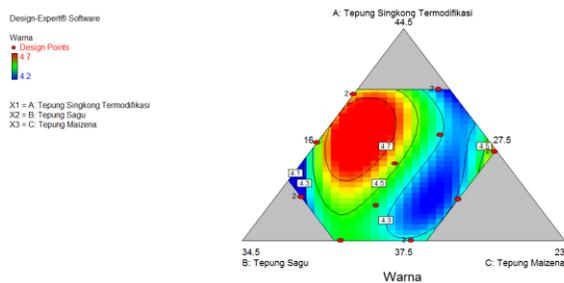
Hasil uji lanjut Duncan diketahui bahwa formula 319 memiliki nilai rata-rata tertinggi dan berbeda nyata dari formula 115. Formula 319 tidak berbeda nyata dengan formula 423 dalam hal warna ayam goreng.

Warna yang dihasilkan dari ayam goreng yang telah diberi penyalut bumbu tepung, dipengaruhi oleh warna tepung singkong modifikasi ACC yang digunakan pada formulasi, yang menimbulkan reaksi browning non enzimatis dengan terjadinya reaksi Maillard. Menurut BeMiller dan Huber (2008), ketika aldosa/ketosa terkena panas dan bereaksi dengan gugus amin, terjadi produksi berbagai komponen seperti flavor, aroma, dan polimer yang berwarna gelap. Senada dengan hasil penelitian Sultanry, dkk. (1985), bahwa reaksi antara karbohidrat, khususnya gula pereduksi dengan gugus amina primer menghasilkan bahan berwarna coklat, misalnya pada proses penggorengan ayam goreng yang diselimuti tepung bumbu.

Produk ayam goreng apabila sudah matang memiliki warna coklat keemasan, sedangkan warna pucat menandakan bahwa produk yang digoreng belum matang. Menurut Kumar, dkk. (2006) bahwa penurunan tingkat kecerahan dan terjadinya warna coklat pada produk dipengaruhi oleh proses penggorengan.

Warna dari produk yang digoreng sangat dipengaruhi oleh suhu pemasakan dan juga kondisi minyak yang dipakai untuk menggoreng. Menurut Sejati (2010), apabila suhu terlalu tinggi maka bahan yang digoreng akan cepat gosong sehingga warnanya tidak menarik, seharusnya kondisi minyak yang digunakan untuk menggoreng masih baru sehingga produk yang digoreng mempunyai penampilan yang menarik.

Grafik *contour plot* respon warna dapat dilihat pada Gambar 2. Warna-warna yang berbeda pada grafik *contour plot* menunjukkan nilai respon warna. Warna biru menunjukkan nilai respon warna (4,2). Warna merah menunjukkan respon warna tertinggi (4,7). Garis-garis yang terdiri atas titik-titik pada grafik *contour plot* menunjukkan kombinasi dari ketiga komponen dengan jumlah berbeda yang menghasilkan respon warna yang berbeda.



Gambar 2. Grafik *Countour Plot* Hasil Uji Respon Warna

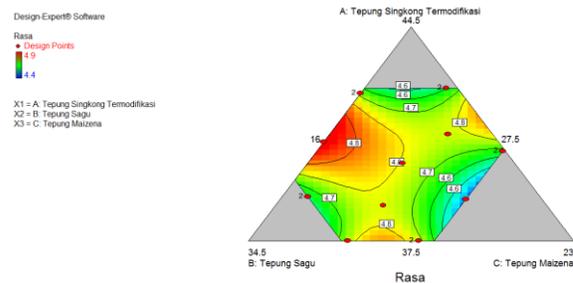
3.2.2. Rasa

Rasa merupakan tanggapan terhadap rangsangan kimiawi yang sampai di indera pengecap lidah, khususnya jenis rasa dasar yaitu manis, asam, asin, dan pahit (Meilgaard, dkk., 2000). Rasa memberikan nilai paling penting terhadap konsumen dalam memilih suatu produk makanan.

Hasil pengujian hedonik terhadap parameter rasa diperoleh rentang nilai rata-rata 3,80–4,75, menunjukkan bahwa panelis memberikan penilaian netral ke suka terhadap rasa ayam goreng yang sudah diberi penyalut bumbu tepung. Dari hasil analisis sidik ragam dengan tingkat kepercayaan 95 persen ($\alpha = 0,05$), menunjukkan bahwa formulasi memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada rasa ayam goreng, perbedaan formula menghasilkan perbedaan yang nyata pada tingkat kesukaan panelis terhadap rasa ayam goreng.

Hasil uji lanjut Duncan diketahui bahwa formula 319 memiliki nilai rata-rata tertinggi dan berbeda nyata dari formula 115, tetapi formula 319 tidak berbeda nyata dengan

formula 423. Rasa ayam goreng yang gurih dan renyah pada sampel 319 dipengaruhi oleh penambahan pati maizena yang lebih tinggi pada formulasi bumbu tepung ayam goreng dan penggunaan minyak goreng pada proses penggorengan. Menurut Yuyun (2007) pati jagung apabila mengalami proses penggorengan memberikan tekstur yang lebih renyah dan mudah patah saat digigit, maka pati jagung dianjurkan untuk digunakan sebagai bahan penyalut produk yang digoreng. Selanjutnya Hasta (2013) menyatakan bahwa saat tepung digoreng maka molekul air akan menguap dan digantikan oleh minyak yang membuat rongga udara dalam makanan, sehingga mengakibatkan produk mengembang dan renyah. Rasa juga dipengaruhi oleh aroma, bahan makanan, kerenyahan, dan tingkat kematangan makanan (Meilgaard, dkk., 2000).



Gambar 3. Grafik *Countour Plot* Hasil Uji Respon Rasa

Grafik *contour plot* respon rasa dapat dilihat pada Gambar 3. Warna-warna yang berbeda pada grafik *contour plot* menunjukkan nilai respon rasa. Warna biru menunjukkan nilai respon rasa terendah (4,4). Warna merah menunjukkan respon rasa tertinggi (4,9). Garis-garis yang terdiri atas titik-titik pada grafik *contour plot* menunjukkan kombinasi dari ketiga komponen dengan jumlah berbeda yang menghasilkan respon rasa yang sama.

3.2.3. Tekstur

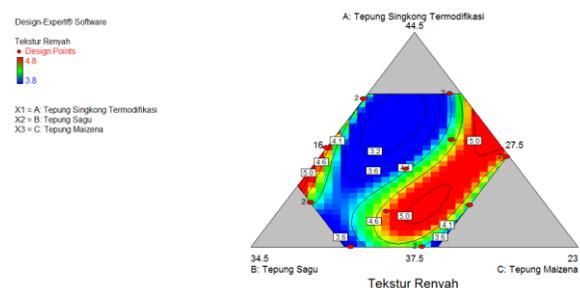
Tekstur merupakan parameter yang dapat diuji dengan menggunakan indera mulut (*mouth-feel*) atau dengan tangan

(*hand-feel*). Tekstur berhubungan dengan kerenyahan produk, yang dapat diartikan sebagai serangkaian retakan yang dirasakan didalam mulut akibat dikenai gaya yang rendah (Vincent, 2004). Sensasi renyah berhubungan dengan terdeteksinya retakan-retakan kecil dalam mulut yang juga ditandai dengan suara yang terbentuk akibat makanan retak atau hancur (Van Vliet, dkk., 2007).

Hasil pengujian terhadap parameter tesktur diperoleh rentang nilai rata-rata 4,00–4,05, yang menunjukkan bahwa panelis memberikan penilaian agak renyah terhadap tekstur ayam goreng. Dari hasil analisis sidik ragam dengan tingkat kepercayaan 95 persen ($\alpha= 0,05$) menunjukkan bahwa formulasi tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada tekstur ayam goreng, karena perbedaan formula tidak menghasilkan perbedaan yang nyata pada tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur ayam goreng. Hal ini terjadi kemungkinan dipengaruhi oleh viskositas dari adonan tepung bumbu yang ditambahkan air, sehingga mempengaruhi ketebalan penyalut yang menempel pada ayam goreng, karena ketebalan bahan juga merupakan salah satu faktor yang memengaruhi tekstur produk (Fiszman, 2009).

Ayam goreng yang diberi penyalut tepung bumbu memiliki karakteristik tekstur agak renyah, rasa matang yang gurih, warna kuning kecoklatan, dan aroma yang khas. Menurut Reputra (2009), hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya jenis tepung sebagai bahan penyalut dan minyak yang terserap oleh produk selama penggorengan. Kerenyahan juga dipengaruhi oleh kemampuan tepung penyalut dalam menyerap dan menahan air, apabila tepung penyalut banyak menyerap air maka saat pemanasan dengan penggorengan, air akan menguap dan meninggalkan pori-pori kosong yang sebagian diantaranya akan terisi oleh minyak, sehingga menyebabkan bahan menjadi *porous* dan apabila dimakan terasa renyah (Sejati, 2010). Kerenyahan produk juga dipengaruhi oleh rendahnya rasio amilosa dan amilopektin (Reputra, 2009).

Grafik *contour plot* respon tekstur renyah dapat dilihat pada Gambar 4. Warna-warna yang berbeda pada grafik *contour plot* menunjukkan nilai respon tekstur renyah. Warna biru menunjukkan nilai respon tekstur terendah (3,8). Warna merah menunjukkan respon tekstur tertinggi (4,8). Garis-garis yang terdiri atas titik-titik pada grafik *contour plot* menunjukkan kombinasi dari ketiga komponen dengan jumlah berbeda yang menghasilkan respon tekstur renyah yang sama.



Gambar 4. Grafik *Countour Plot* Hasil Uji Respon Tekstur Renyah

3.2.4. Aroma

Aroma adalah rasa dan bau yang sangat subyektif serta sulit diukur, karena setiap orang memiliki sensitifitas dan kesukaan yang berbeda-beda. Timbulnya aroma makanan disebabkan oleh terbentuknya senyawa volatil yang mudah menguap (Meilgaard, dkk., 2000).

Hasil pengujian organoleptik terhadap aroma, rentang nilai rata-rata 3,80–4,55, menunjukkan bahwa panelis memberikan penilaian netral ke suka. Hasil analisis sidik ragam dengan tingkat kepercayaan 95 persen ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa formulasi memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada aroma ayam goreng, perbedaan formula menghasilkan perbedaan yang nyata pada tingkat kesukaan panelis.

Hasil uji lanjut Duncan diketahui formula 319 memiliki nilai rata-rata tertinggi dan berbeda nyata dari formula 115, tetapi tidak berbeda nyata dengan formula 423 dalam hal aroma ayam goreng. Timbulnya aroma khas pada ayam goreng yang telah diberi penyalut

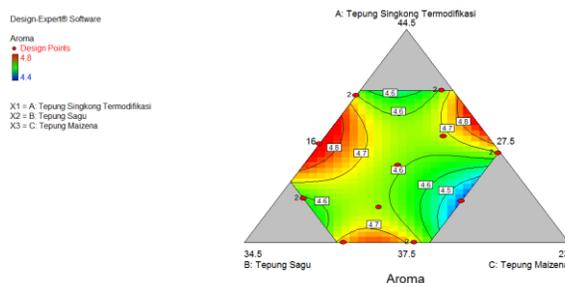
Tabel 4. Data Analisis WHC dan OHC

Parameter	Sampel		
	115	319	423
% WHC	16,67	19,23	17,31
% OHC	13,46	13,46	13,21

Keterangan: formulasi dari tepung singkong modifikasi, tepung sagu, pati maizena, dan tepung bumbu, dengan perbandingan: [40:30:16:14] sampel 115; [40:30:18:12] sampel 319; dan [40:35:13,5:11,5] sampel 423.

tepung bumbu, kemungkinan pengaruh dari penambahan bumbu lada dan bawang putih. Karena sifat khas yang dimiliki oleh lada adalah rasa yang pedas serta aroma yang khas, sedangkan bawang putih mengandung zat kimia *allicin* yang berperan sebagai pemberi aroma.

Grafik *contour plot* respon aroma dapat dilihat pada Gambar 5. Warna-warna yang berbeda pada grafik *contour plot* menunjukkan nilai respon aroma. Warna biru menunjukkan nilai respon aroma terendah (4,4). Warna merah menunjukkan respon aroma tertinggi (4,8). Garis-garis yang terdiri atas titik-titik pada grafik *contour plot* menunjukkan kombinasi dari ketiga komponen dengan jumlah berbeda yang menghasilkan respon aroma yang sama.



Gambar 5. Grafik *Countour Plot* Hasil Uji Respon Aroma.

3.3. Analisis WHC dan OHC Tepung Bumbu Ayam Goreng

Analisis WHC dan OHC bertujuan untuk mengetahui nilai kemampuan sampel dalam

menyerap dan menahan air atau minyak, pada Tabel 4 dapat dilihat hasil analisis WHC dan OHC dari tepung bumbu ayam.

3.3.1. Analisis *Water Holding Capacity*

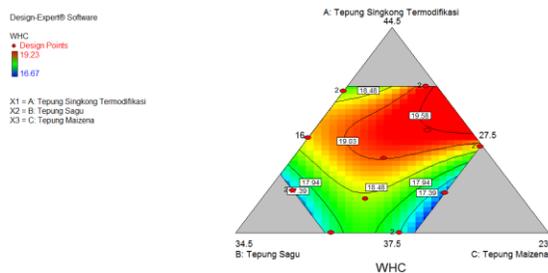
WHC digunakan untuk mengukur kemampuan tepung dalam menahan air yang diserapnya, nilai WHC ini dipengaruhi oleh kandungan air dalam bahan pangan. Air yang ditambahkan pada tepung untuk adonan tepung penyalut, akan mempengaruhi sifat fisik dan proses pengolahan. Nilai WHC yang tertinggi yaitu pada sampel 319, namun kadar WHC dari tiga sampel tersebut perbedaannya tidak terlalu signifikan.

Nilai WHC tepung bumbu ayam goreng yang tinggi memungkinkan tepung bumbu mudah menahan air yang diserapnya pada saat pembuatan adonan. Menurut Sejati (2010) nilai WHC ini dipengaruhi oleh kandungan air dalam bahan. Penyerapan air dalam tepung juga dipengaruhi oleh ukuran dan struktur granula pati, dimana granula pati yang lebih kecil akan meningkatkan kelarutan dan meningkatkan penyerapan air (Niba, dkk., 2002).

Pada penelitian pendahuluan kadar WHC dalam tepung singkong 13,46 persen dan setelah mengalami proses ACC menjadi tepung singkong modifikasi kadar WHC nya meningkat menjadi 28,85 persen. Peningkatan WHC ini terjadi karena gelatinisasi dari pati diakibatkan oleh proses autoklaf. Senada dengan hasil penelitian Ashwar, dkk. (2016) bahwa daya serap air dari pati beras alami 0,98 g/g dan meningkat setelah mengalami proses autoklaf menjadi pati beras termodifikasi menjadi 1,87 g/g.

Kemampuan tepung dalam menyerap dan menahan air tidak hanya dipengaruhi oleh kandungan air dalam bahan, juga dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kandungan amilosa, ukuran granula pati, dan kadar lemak dari bahan. Air yang terserap dalam molekul pati disebabkan oleh sifat fisik granula maupun terikat secara intramolekul (Kulp dan Joseph, 2000).

Grafik *contour plot* respon WHC dapat dilihat pada Gambar 6. Warna-warna yang berbeda pada grafik *contour plot* menunjukkan nilai respon WHC. Warna biru menunjukkan nilai respon WHC terendah (16,67). Warna merah menunjukkan respon WHC tertinggi (19,23). Garis-garis yang terdiri atas titik-titik pada grafik *contour plot* menunjukkan kombinasi dari ketiga komponen dengan jumlah berbeda yang menghasilkan respon WHC yang sama.



Gambar 6. Grafik *Countour Plot* Hasil Uji Respon WHC

3.3.2. Analisis *Oil Holding Capacity*

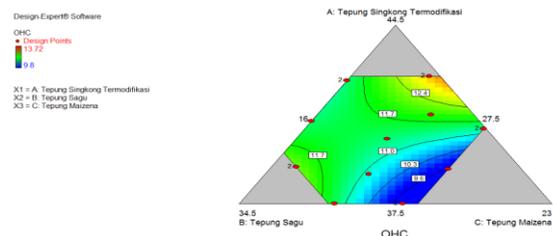
OHC merupakan daya menahan minyak yang diserapnya, sehingga dapat mempengaruhi penyerapan minyak saat penggorengan. Kemampuan ini ditentukan oleh adanya kandungan lemak dan serat (Yuliasih, 2008). Lemak dapat membentuk lapisan yang bersifat hidrofobik pada permukaan jaringan serat, sedangkan serat memiliki kemampuan menyerap minyak. Kandungan lemak yang rendah pada tepung akan membuat tepung menyerap minyak lebih banyak dari luar. Kandungan serat yang tinggi pada tepung akan membuat tepung mempunyai kemampuan untuk menyerap dan menahan minyak lebih besar.

Nilai OHC yang terendah pada sampel 423, tetapi kadar OHC dari ketiga sampel tersebut perbedaannya tidak terlalu signifikan. Kemampuan tepung bumbu ayam goreng dalam menyerap dan menahan minyak ini akan mempengaruhi proses pengolahan tepung bumbu ayam goreng menjadi bahan pangan pada saat proses penggorengan. Menurut Sejati (2010), tepung

yang memiliki nilai OHC yang besar akan lebih banyak menyerap dan menahan minyak yang digunakan untuk menggoreng. Hal ini akan menyebabkan minyak goreng yang digunakan akan cepat habis. Menurut Zayas (2012) kemampuan menyerap minyak yang tinggi pada tepung menunjukkan tepung mempunyai bagian yang bersifat lipofilik. Kapasitas penyerapan minyak disebabkan minyak terperangkap dalam matriks pati berpori yang secara kapiler atau di dalam struktur heliks amilosa atau amilopektin karena pembentukan kompleks amilosa-lipid, perubahan dari gugus lebih hidrofobik kompleks amilosa-lipid karena temperatur tinggi (Ashwar, dkk., 2016). Menurut Huang dan Rooney (2001) tepung yang kaya akan amilosa dapat digunakan untuk mengurangi penyerapan minyak karena kemampuannya dalam membentuk film.

Pada penelitian pendahuluan kadar OHC pada tepung singkong 8,16 persen dan meningkat setelah mengalami proses ACC menjadi tepung singkong modifikasi menjadi 10,20 persen. Hasil penelitian Ashwar dkk. (2016), daya serap minyak dari pati beras alami 0,88 g/g meningkat setelah mengalami proses autoklaf menjadi pati beras modifikasi menjadi 1,05 g/g.

Tabel 5. Solusi Formula yang diperoleh



Gambar 7. Grafik *Countour Plot* Hasil Uji Respon OHC

Grafik *contour plot* respon OHC dapat dilihat pada Gambar 7. Warna-warna yang berbeda pada grafik *contour plot* menunjukkan nilai respon OHC. Warna biru menunjukkan nilai respon OHC terendah (13,21). Warna merah menunjukkan respon OHC tertinggi (13,46). Garis-garis yang terdiri atas titik-titik pada grafik *contour plot* menunjukkan kombinasi dari ketiga

esirability

774*

734

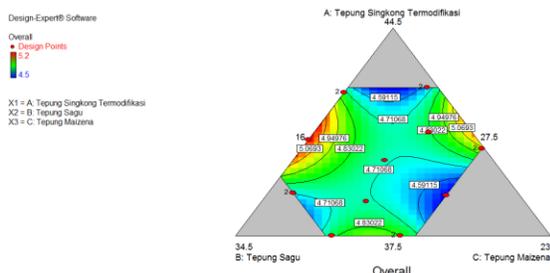
583

komponen dengan jumlah berbeda yang menghasilkan respon OHC yang sama.

3.4. Analisis Respon Overall

Berdasarkan analisis yang dilakukan oleh program *Design expert 7.0*, model dari respon *overall* adalah *special cubic*. Peningkatan nilai *overall* sangat dipengaruhi oleh penambahan tepung sagu karena nilai konstanta dari nilai ini paling besar, diikuti dengan penambahan tepung singkong modifikasi ACC, dan penambahan pati maizena.

Grafik *contour plot* respon *overall* dapat dilihat pada Gambar 8. Warna-warna yang berbeda pada grafik *contour plot* menunjukkan nilai respon *overall*. Warna biru menunjukkan nilai respon *overall* terendah (4,5). Warna merah menunjukkan respon *overall* tertinggi (5,2). Garis-garis yang terdiri atas titik-titik pada grafik *contour plot* menunjukkan kombinasi dari ketiga komponen dengan jumlah berbeda yang menghasilkan respon *overall* berbeda.

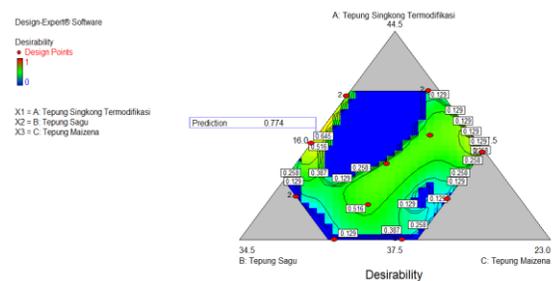


Gambar 8. Grafik *Contour Plot* Hasil Uji Respon *Overall*

Tahap optimalisasi yang dilakukan memberikan solusi formula terbaik dengan nilai *desirability* tertinggi (0,774). Nilai *desirability* yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh kompleksitas komponen, kisaran yang digunakan dalam komponen, jumlah komponen dan respon, serta target yang ingin dicapai dalam memperoleh formula optimum. Solusi formula yang diperoleh pada tahap optimalisasi dapat dilihat pada Tabel 5.

Solusi formula terpilih merupakan formula optimum yang terdiri dari 41 persen

tepung singkong modifikasi ACC, 31 persen tepung sagu, dan 16 persen pati maizena. Formula ini memiliki nilai *desirability* 0,774 yang artinya akan menghasilkan produk sesuai karakteristik dengan target optimalisasi sebesar 77,4 persen. Formula ini diprediksi akan memiliki nilai OHC 11,3 persen; WHC 18,80 persen; kadar air 7,96 persen; skor organoleptik (warna 4,6; rasa 4,9; tekstur renyah 4,6; aroma 4,8; dan overall 5,2).



Gambar 9. Gambar *Contour Plot* Formula Optimum

Grafik *contour plot* dari formula ini dapat dilihat pada Gambar 9. Pada grafik *contour plot*, garis-garis yang terdiri atas titik-titik pada grafik menunjukkan kombinasi dari ketiga komponen tepung dengan jumlah berbeda yang menghasilkan nilai *desirability* yang sama. Area yang rendah menunjukkan nilai *desirability* yang rendah, sedangkan area yang tinggi menunjukkan nilai *desirability* yang tinggi.

Formulasi optimal yang dilakukan melalui program *Design Expert 7.0* metode *D-optimal*, selanjutnya dibandingkan dengan analisis laboratorium. Hasilnya nilai *desirability* (ketepatan) 0,774, menunjukkan bahwa selisihnya kecil antara hasil analisis yang ditawarkan dari program dengan analisis dari laboratorium.

Nilai target optimalisasi dinyatakan dengan *desirability* antara 0–1. Apabila mendekati 1, semakin mudah suatu formula dalam mencapai titik formula optimal berdasarkan variasi responnya. Tetapi tujuan utama optimalisasi formulasi bukan untuk mencari nilai *desirability* sebesar 1, melainkan

untuk mencari kombinasi yang tepat dari berbagai kombinasi bahan.

IV. KESIMPULAN

Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa tepung singkong modifikasi ACC memiliki kadar air 6,44 persen; kadar abu 1,78 persen; kadar protein 2,76 persen; kadar lemak 0,10 persen; kadar karbohidrat (by difference) 85,34 persen; kadar pati 67,31 persen; kadar amilosa 24,22 persen; kadar amilopektin 43,08 persen; kadar pati resisten 4,45 persen; WHC 28,85 persen; dan OHC 10,20 persen.

Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa formula tepung bumbu ayam terpilih adalah sampel 319 dengan komposisi tepung singkong modifikasi 40 persen, tepung sagu 30 persen, pati maizena 18 persen, dan bumbu 22 persen. Hasil pengujian sampel 319 memiliki nilai OHC 13,46 persen, nilai WHC 19,23 persen, dan skor organoleptik untuk warna 5,10; rasa 4,75; tekstur 4,05; dan aroma 4,55.

Optimalisasi formula tepung bumbu ayam goreng dengan menggunakan program *Design Expert 7.0* berdasarkan respon WHC, OHC, respon organoleptik (warna, rasa, tekstur renyah, aroma dan penerimaan keseluruhan) optimum dengan nilai *desirability* 0,774. Nilai ini menunjukkan formula optimum yang akan menghasilkan produk dengan karakteristik sesuai target optimalisasi sebesar 77,4 persen. Formula optimum merupakan kombinasi dari tepung singkong modifikasi ACC (41 persen), tepung sagu (31 persen), dan pati maizena (16 persen).

Hasil verifikasi menunjukkan bahwa formula terpilih memiliki nilai OHC 12 persen; nilai WHC 18,52 persen; nilai kadar air 8,06 persen; skor organoleptik untuk warna 4,6; rasa 5,0; tekstur renyah 4,5; aroma 4,7; dan overall 5,2.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada DIPA Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna LIPI Subang untuk pendanaan kegiatan

penelitian tematik, juga kepada analis dan teknisi yang terlibat dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist*. USA: Washington. DC.
- Akbar, M.A. 2012. Optimalisasi Ekstraksi *Spent Bleaching Earth* dalam Recovery Minyak Sawit. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Ashwar, B.A., A. Gani, A. Shah, I.A. Wani, F.A. Masoodi, D.C. Saxena. 2016. Production of Resistant Starch from Rice by Dual Autoclaving-Retrogradation Treatment: Invitro Digestibility, Thermal and Structural Characterization. *Food Hydrocolloids*, Vol. 56 :108–117.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2016. Produksi Ubi Kayu Menurut Provinsi (ton), 1993-2015. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/> [Diakses 29 Februari 2016].
- [BPS] Badan Standardisasi Nasional. 1992. SNI 01-2891-1992. *Cara Uji Makanan dan Minuman*. Jakarta: BPS.
- [BPS] Badan Standardisasi Nasional. 1998. SNI 01-4476-1998. *Tepung Bumbu*. Jakarta: BPS.
- BeMiller, J.N., K.C. Huber. 2008. 'Carbohydrates'. Dalam S. Damudaran, K.L. Parkin, O.R. Fennema (ed.). *Fennema's Food Chemistry 4th Edition*. CRC Press, New York.
- Cheng G., C.G. Crisoto. 2006. Browning Potential, Phenolic Composition, and Polyphenoloxidase Activity of Buffer Extract of Peach and Nectarine, Skin Tissue. *J. Amer. Soc. Horts. Sct.*, 120(5): 835–838.
- Eliasson, A.C., M. Gudmundsson. 1996. *Starch: Physicochemical and Functional Aspects*. in Eliasson AC, *Carbohydrates In Food*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Fizman, SM. 2009. *Coating Ingredients*. in Tarte R. *Ingredients in Meat, Products Properties, Functionality and Applications*. Paterna: Springer Science Business Media.
- Hasta, L. 2013. The Effect of Tapioca Starch with Salted Egg and Time of Steaming for Crispiness Crackers. *J, Animal Husbandry*, 1(1): 307–313.
- Huang, D.P., L.W. Rooney. 2001. *Starches for Snack Foods*. In Lusas, R.W., L.W. Rooney.

-
- Snack Foods Processing*. Washington DC: CRC Press, 115–136.
- Kumar A.J., R.R.B. Singh, A.A. Patel, G.R. Patil. 2006. *Kinetics of Colour and Texture Changes in Gulabjamun Balls During Deep-Fat Frying*. *LWT*, 39: 827–833.
- Kulp, K., G.P. Joseph. 2000. *Handbook of Cereal Science and Technology*. Marcel Dekker, New York.
- Leong, Y.H., A.A.Karim, dan M.H. Norziah. 2007. Effect of Pullulanase Debranching of Sago (Metroxylon sago) Starch at Subgelatinization Temperature on The Yield of Resistant Starch. *Starch/Starke*, Vol. 59(1): 21–32.
- Meilgaard, M., G.V. Civille, B.T. Carr. 2000. *Sensory Evaluation Techniques*. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Moongngarm, A. 2013. Chemical Compositions and Resistant Starch Content in Starchy Foods. *American J. of Agricultural and Biological Sciences*, Vol. 8 (2): 107–113.
- Nazhrah, E.J., L. Masniary. 2014. Pengaruh Proses Modifikasi Fisik terhadap Karakteristik Pati dan Produksi Pati Resisten dari Empat Varietas Ubikayu (*Manihot esculenta*). *J. Rekayasa Pangan Pertanian*, Vol. 2(2): 1–9.
- Niba, L.L., M.M. Bokanga, F.L. Jackson, D.S. Schlimme, dan B.W. Li. 2002. Pshysochemical Properties and Starch Granular Characteristics of Flour from Various Manihot esculenta (Cassava) Genotypes. *J. of Food Science*, Vol. 67: 1701–1705.
- Nurhayati, B.S.L. Jenie., S. Widowati, H.D. Kusumaningrum. 2014. Komposisi Kimia dan Kristalinitas Tepung Pisang Modifikasi Secara Fermentasi Spontan dan Siklus Pemanasan Bertekanan-Pendinginan. *Agritech*, Vol. 34(2): 146–150.
- Reputra, J. 2009. *Karakterisasi Tapioka dan Penentuan Formulasi Premix sebagai Bahan Penyalut untuk Produk Fried Snack*. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Sajilata, M.G., R.S. Singhal, dan P.R. Kulkarni. 2006. Resistant Starch: A Review Comprehensive. *Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 5.
- Sathe, S. K., D. K. Salumkhe. 1981. Isolation, Partial Characterization and Modification of The Great Northern Bean (*Phaseolus vulgaris*) Starch. *J. Food Science*, Vol. 46(2): 617–621.
- Seibel, W. 2016. *Composite Flours*. http://muehlenchemie.de/downloads-future-of-flour/FoF_Kap_16.pdf. [Diakses 02 Maret 2016].
- Sejati, M. K. 2010. *Formulasi dan Pendugaan Umur Simpan Tepung Bumbu Ayam Goreng Berbahan Baku Modified Cassava Flour (Mocaf)*. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Setiarto, R.H.B., B.S.L. Jenie, D.N. Faridah, I. Saskiawan. 2015. Kajian Peningkatan Pati Resisten yang Terkandung dalam Bahan Pangan sebagai Sumber Prebiotik. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, Vol. 20(3): 191–200.
- Shin, S., J. Byun, K.W. Park, T.W. Moon. 2004. Effect of Partial Acid and Heat Moisture Treatment of Formation of Resistant Tuber Starch. *J. Cereal Chem.*, 81(2): 194–198.
- Soekarto, S.T., dan M. Hubeis. 1992. *Petunjuk Laboratorium Metode Penelitian Inderawi*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor.
- Subagio, A., W. Siti, Y. Witono, F. Fahmi. 2008. *Prosedur Operasi Standar (POS) Produksi Mocal Berbasis Klaster*, Southeast Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFASST) Center, Institut Pertanian Bogor.
- Sultanry, Rubianty, B. Kasenger. 1985. *Kimia Pangan*. Institut Teknologi Bandung.
- Sriroth, K., V. Santisopari, C. Petchalanuwat, K. Kurotjanawong, K. Piyachomkwan, C.G. Oates. 1999. Cassava Starch Granule Structure Function Properties: Influences of Time and Conditions at Harvest on Cultivars of Cassava Starch. *Carbohydrates Polymer*, Vol. 38: 161-170.
- Sugiyono, R. Pratiwi, D.N. Faridah. 2009. Modifikasi Pati Garut (*Marantha arundinacea*) dengan Perlakuan Siklus Pemanasan Suhu Tinggi-Pendinginan (ACC) untuk Menghasilkan Pati Resisten Tipe III. *J. Teknologi dan Industri Pangan*, Vol. XX(1): 17–61.
- Van Vliet, T., J.E. Visser, H. Luyten. 2007. *On The Mechanism by Which Oil Uptake Decreases Crispy/ Crunchy Behavior of Fried Products*. *FoodRes Int.*, Vol. 40(9):1122–1128.
- Vincent, J.F.V. 2004. Application of Fracture Mechanics to The Texture of Food. *J. Eng Failure Analysis*, Vol. 11: 695–704.
-

Yuliasih, I. 2008. *Fraksinasi dan Asetilasi Pati Sagu serta Aplikasi Produknya sebagai Bahan Campuran Plastik Sintesis*. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Yuyun, A. 2007. *Membuat Lauk Crispy*. Agromedia Pustaka, Jakarta.

Zabar, S., E. Shimoni, H.B. Peled. 2008. Development of Nanostructure in Resistant Starch Type III During Thermal Treatments and Cycling. *J. Macromol Biosci.*, Vol 8: 163–170.

Zayas, J.F. 2012. *Functionality of Proteins in Food*. Springer Science & Business Media, USA.

BIODATA PENULIS :

Taufiq Rahman dilahirkan di Ciamis tanggal 10 September 1981. Menyelesaikan pendidikan S1 Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor dan S2 Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

R. Cecep Erwan Andriansyah dilahirkan di Subang tanggal 5 Agustus 1974. Menyelesaikan pendidikan S1 Tehnik Industri, Universitas Mpu Tantular Jakarta dan S2 Ilmu Pangan, Institut Pertanian Bogor.

Ainia Herminiati dilahirkan di Cianjur tanggal 27 Desember 1970. Menyelesaikan pendidikan S1 Teknologi Pangan, Universitas Pasundan Bandung, S2 Ilmu Pangan, Institut Pertanian Bogor dan S3 Ilmu Gizi Manusia, Institut Pertanian Bogor

Ela Turmala dilahirkan di Sumedang tanggal 15 Oktober 1952. Menyelesaikan pendidikan S1 Farmasi, Institut Teknologi Bandung dan S2 Analisis Pangan, Institut Teknologi Bandung

Chandra Maulana dilahirkan di Subang tanggal 25 Oktober 1994. Menyelesaikan pendidikan S1 Teknologi Pangan, Universitas Pasundan Bandung.