

OPTIMASI FORMULA TEPUNG PISANG CAVENDISH (*MUSA CAVENDISHII*) INSTAN DENGAN METODE *RESPON SURFACE*

Ermi Sukasih¹, Setyadjit¹, Sunarmani¹ dan Sri Rejeki R. Pertiwi²

¹Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian
Jl. Tentara Pelajar No. 12, Cimanggu, Bogor, Indonesia, 16114

²Universitas Juanda Bogor
Jalan Tol Ciawi No.1 Ciawi Bogor Jawa Barat
Email: ermi_sukasih@yahoo.co.uk

(Diterima 14-01-2018, Disetujui 27-05-2018)

ABSTRAK

Salah satu diversifikasi pengolahan pisang adalah menjadi tepung pisang instan dengan pengering *drum dryer*. Teknologi pengeringan ini memerlukan bahan pengisi dan agen anti pencoklatan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengoptimasi konsentrasi tapioka, asam sitrat dan puree pisang dalam proses pembuatan tepung pisang Cavendish instan. Penelitian ini menggunakan rancangan *Response Surface Methodology* (RSM), tiga parameter yang dioptimasi adalah konsentrasi tapioka, asam sitrat dan puree pisang. Level dari input parameter adalah tapioka 3-10%, asam sitrat 150-300 ppm dan puree pisang 1-50%. Karakteristik fisiko-kimia produk tepung pisang instan kemudian dianalisis, meliputi kadar air, abu, lemak, protein, karbohidrat, serat kasar, kalori, dan warna ($^{\circ}$ Hue). Hasil prediksi variabel respon dari formula optimal yaitu kadar air 2,67 %, abu 1,60 %, lemak 3,09%, protein 2,38%, karbohidrat 90,26%, serat kasar 7,49%, kalori 398,84 Kkal/100g, dan warna 67,78 $^{\circ}$ Hue (kuning kecoklatan). Formula optimum tepung pisang instan adalah formula 6, yaitu dengan penambahan tapioka 6,50%, asam sitrat 225 ppm dan puree pisang 30%. Tepung pisang instan berpotensi untuk digunakan sebagai makanan sarapan melalui formulasi dengan penambahan bahan yang lain seperti lemak dan protein.

Kata kunci: tepung pisang instan, metode respon permukaan, optimasi, *drum dryer*

ABSTRACT

Optimisation of The Instant Cavendish Banana Flour Formula by Response Surface Method. 2018. Ermi Sukasih, Setyadjit, Sunarmani and Sri Rejeki R. Pertiwi.

One of diversification products of banana is instant flour using drum dryer. It requires filler and anti-browning agents. The purpose of this research was to get the optimum concentration of tapioca, citric acid and banana puree to produce instant banana flour. The experiment used Response Surface Methodology (RSM), with three parameters being optimized, i.e. the concentration of tapioca, citric acid and banana puree. The percentage used for tapioca in the range of 3-10 %, citric acid 150-300 ppm and banana puree 1-50%. The instant banana flour was analyzed for its physicochemical characteristics, i.e.: moisture, ash, fat, protein, carbohydrate, crude fiber content, energy, and color 67.78 ($^{\circ}$ Hue). The result of variable response prediction from the optimum formula was moisture content 2.67%, ash 1.60%, fat 3.09%, protein 2.38%, carbohydrate 90.26%, crude fiber 7.49%, color 67.78 $^{\circ}$ Hue brownish yellow, energy 398.84 kcal/100g. The optimum formula was formula 6, with the addition of tapioca 6.50%, citric acid 225 ppm and banana puree 30%. This product has a potential to be used as a breakfast food through further formulations with the addition of other ingredients such as fat and protein.

Keywords: instant banana flour, response surface method, optimisation, drum dryer

PENDAHULUAN

Pisang Cavendish (*Musa cavendishii*) merupakan salah satu jenis pisang yang dikonsumsi oleh 80% total konsumen luar negeri. Pisang Cavendish sudah dibudidayakan di Indonesia, namun bukan merupakan jenis pisang asli Indonesia. Pisang Cavendish berasal dari Negara Brazil dan masuk ke Indonesia pada tahun 1990-an. Pisang Cavendish saat ini dikembangkan menjadi komoditi ekspor. Produksi pisang bermutu dan memenuhi kualitas berkisar 70% dari total produksi petani untuk ekspor. Sekitar 30% mengalami penurunan mutu serta kurangnya pengolahan pisang lebih lanjut. Produksi pisang Cavendish yang melimpah dan sifat komoditas pisang yang mudah rusak dapat dilakukan proses pengolahan lebih lanjut. Pisang potensial dikembangkan sebagai sumber karbohidrat, bahan baku tepung dan sumber kalori dengan kandungan pati pada pisang mentah sebanyak 70-80% basis kering dan 63,50-74,65% basis basah¹. Selain mengandung pati yang dapat dicerna, tepung pisang juga mengandung komponen serat pangan seperti pati resistant (17,5%), polisakarida non-pati yang berfungsi sebagai serat pangan². Tepung pisang dari pisang yang belum matang kaya akan pati resisten dan telah dievaluasi sebagai pangan fungsional^{3,4}.

Salah satu kendala dalam pengembangan agroindustri olahan di Indonesia adalah kemampuan mengolah produk yang baik masih rendah. Hal ini ditunjukkan dengan sebagian besar komoditas pertanian yang diekspor merupakan bahan mentah dengan indeks retensi pengolahan sebesar 71-75%. Angka tersebut menunjukkan bahwa hanya 25-29% produk pertanian Indonesia yang diekspor dalam bentuk olahan. Program pengolahan tepung pisang diharapkan akan ikut menggeser indeks retensi menjadi lebih kecil dan berimbang. Saat ini baru 15 % dari hasil produk ini diserap oleh pasar olahan, konsumen perlu sedikit bergeser untuk menggunakan siap pakai. Kedepannya bahkan produk olahan ini lebih mudah menjangkau pasar ekspor seperti Cina⁵.

Tepung pisang yang banyak ditemui di pasaran saat ini adalah tepung pisang mentah, untuk jenis tepung pisang matang dan instan belum banyak ditemukan^{6,7,8,9}. Salah satu bentuk pengolahan buah pisang yaitu diolah menjadi tepung pisang instan. Tepung pisang sudah banyak diproduksi, tetapi dalam bentuk instan belum tersedia dipasaran. Seiring dengan perkembangan teknologi dan membawa pola konsumsi masyarakat terhadap produk pangan yang ingin serba cepat dan serba praktis. Dalam bentuk instan mempunyai keuntungan lebih mudah dan singkat dalam penyajiannya. Berbeda dengan tepung pisang biasa, untuk menyajikannya harus mengolah

terlebih dahulu melalui pengukusan maupun dengan oven, tepung pisang instan bisa langsung dikonsumsi dengan menyeduh menggunakan air panas sebagai bubur instan atau di reformulasi menjadi minuman dengan penambahan komponen lainnya. Tepung pisang instan ini juga akan memudahkan dalam pembuatan bubur bayi yang menggunakan campuran pisang, biasanya dalam pembuatan bubur bayi ditambahkan puree pisang, bila sudah ada tepung pisang instan pencampuran bisa dilakukan secara langsung.

Dalam pembuatan tepung pisang menggunakan teknologi pengeringan drum dryer. Produk yang dihasilkan dengan alat ini berupa remahan atau bubuk kering dan memiliki sifat mudah untuk direhidrasi kembali. Pengolahan tepung dengan pengering drum memerlukan bahan pengisi dengan tujuan untuk mempercepat pengeringan, mencegah kerusakan akibat panas, melapisi komponen flavor, meningkatkan total padatan dan memperbesar volume¹⁰. Tapioka banyak digunakan sebagai bahan pengental, bahan pengisi, dan bahan pengikat dalam industri pangan.

Pisang mudah mengalami browning (pencoklatan) secara enzimatis oleh enzim fenol oksidase. Enzim oksidase akan bereaksi dengan adanya oksigen, sehingga mengubah permukaan pisang menjadi coklat¹¹. Untuk mencegah perubahan fisik maupun kimia akibat pengeringan, penambahan senyawa asam merupakan salah satu cara untuk menurunkan pH jaringan tanaman sehingga dapat menginaktivasi enzim yang menyebabkan kerusakan warna. Asam sitrat banyak digunakan sebagai bahan tambahan dalam formulasi pencegah pencoklatan, dimana dapat bereaksi sebagai pengasam dan bertindak sebagai antioksidan, akan teroksidasi sehingga dapat mencegah penguraian warna secara oksidatif^{12,13}. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimasi terhadap konsentrasi tapioka, asam sitrat dan puree pisang pada formula tepung pisang Cavendish instan dengan metode Respon Surface.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisang Cavendish setengah matang, tepung tapioka, asam sitrat (teknis), akuades, etanol, H₂SO₄ 97%, NaOH 30%, indikator Brom Cresol Green (BCG) dan Methyl Red (MR), HCl, 1008 N, heksana, H₂SO₄ 1,25%, NaOH 3,25%, Plate Count Agar dan kertas saring. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah drum dryer, neraca analitik, tanur (Muffle Furnace, IKEDA Scientific Co.), oven (ZRD-5055), Chromameter (CR-300 Minolta), autoklaf, pompa vakum serta peralatan gelas.

Tabel 1. Formula kombinasi perlakuan pada tepung pisang Cavendish instan menggunakan metode RSM.

Table 1. Combination treatment formula on instant Cavendish banana flour using RSM method

Formula	Faktor 1/ <i>Factor 1</i> Tapioka/ <i>tapioca</i> (%)	Faktor 2/ <i>Factor 2</i> Asam Sitrat/ <i>citric acid</i> ppm	Faktor 3/ <i>Factor 3</i> Puree Pisang/ <i>banana puree</i> (%)
1.	10	300	10
2.	6,50	225	30
3.	6,50	225	30
4.	3	150	10
5.	11,45	225	30
6.	6,50	225	30
7.	1,55	225	30
8.	3	300	50
9.	6,50	225	58,28
10.	6,50	225	30
11.	6,50	118,93	30
12.	6,50	331,07	30
13.	10	150	50
14.	6,50	225	30
15.	6,50	225	1,72

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Bogor, Laboratorium SEAFast CENTER Institut Pertanian Bogor dan Laboratorium Pengolahan Pangan UPT Sartika Universitas Djuanda Bogor pada Juni hingga November 2015.

Pembuatan Tepung Pisang Instan

Pembuatan tepung pisang dengan kombinasi bahan pengisi yang ditambahkan adalah tepung tapioka dan asam sitrat. Optimasi dalam pembuatan tepung pisang menggunakan rancangan *Central Composite Design* (CCD) dari *Response Surface Method* (RSM). Jumlah presentase yang digunakan untuk tepung tapioka pada kisaran 3–10% dari berat adonan, asam sitrat berkisar 150–300 ppm^{4,14} dan puree pisang 1-50 %. Formula yang dihasilkan dari rancangan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Proses pembuatan tepung pisang Cavendish instan dilakukan sebagai berikut: pisang Cavendish dikukus selama 5 menit lalu dikupas kulitnya. Daging buah dipotong-potong dengan ketebalan sekitar 2-3 mm lalu direndam dengan asam sitrat 1% selama 30 menit.

Potongan buah pisang dicuci dengan air bersih dan ditiriskan. Selanjutnya dilakukan pencampuran antara pisang dengan air dengan persentase jumlah pisang seperti pada Tabel 1. Ke dalam campuran selanjutnya ditambahkan tapioka dan asam sitrat dengan konsentrasi sesuai formulasi (Tabel 1). Setelah itu campuran dihancurkan dengan blender hingga halus (2-3 menit). Selanjutnya adonan dikukus pada suhu 100°C selama 30 menit. Kemudian adonan dikeringkan dengan drum dryer (1 atm, 80°C), remahan yang keluar dihancurkan dengan penggiling dan disaring dengan saringan 60 mesh. Tepung pisang instan dikemas dalam kantong plastik dan dianalisis.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Central Composite Design* (CCD) dari *Response Surface Methodology* (RSM) merupakan suatu metode gabungan antara teknik matematika dan teknik statistik, digunakan untuk membuat model dan menganalisa suatu respon Y yang dipengaruhi oleh beberapa variabel bebas/faktor X (F1=tapioka, F2=asam sitrat, F3= pisang) guna mengoptimalkan respon tersebut. Hubungan antara respon Y dan variabel bebas x adalah:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k) + \varepsilon$$

dimana:

Y = variabel respon

X_i = variabel bebas/ faktor (i = 1, 2, 3, ..., k)

ε = error

Analisis dilakukan setelah input data hasil respon dari formulasi. Analisa data dengan menggunakan program SPSS 17 melalui uji sidik ragam ANOVA dapat dilakukan untuk melihat perbedaan nyata yang terdapat pada masing-masing variabel respon pada selang kepercayaan 95%. Hasil analisa ragam akan menyatakan variabel respon memiliki nilai yang berbeda nyata jika pada selang kepercayaan 95%, nilai $p < 0,05$. Variabel respon yang hasil analisa ragamnya memiliki perbedaan nyata dapat digunakan sebagai model prediksi dalam tahap optimasi. Sedangkan variabel respon yang tidak berbeda nyata, tidak menjadi variabel utama dalam optimasi.

Optimization dibagi menjadi tiga bagian, yaitu *Numerical Optimization*, *Graphical Optimization* dan *Point Prediction*. Pada bagian *Point Optimization* terdapat formula yang disarankan program Design Expert 7.1.6¹⁵. Pada tahap ini, masing-masing respon ditentukan tujuan optimasinya dalam program 7.1.6¹⁶. Program ini melakukan optimasi sesuai data variabel dan data pengukuran respon yang dimasukkan. Keluaran dari tahap optimasi adalah rekomendasi beberapa formula baru yang optimal menurut program. Formula paling optimal adalah formula dengan nilai *desirability* maksimum. Nilai *desirability* merupakan nilai fungsi tujuan optimasi yang menunjukkan kemampuan program untuk memenuhi keinginan berdasarkan kriteria yang ditetapkan pada produk akhir. Kisaran nilainya dari 0 sampai 1,0. Nilai *desirability* yang semakin mendekati nilai 1,0 menunjukkan kemampuan program untuk menghasilkan produk yang dikehendaki semakin sempurna. Tujuan optimasi bukan untuk memperoleh nilai *desirability* 1,0, namun untuk mencari kondisi terbaik yang mempertemukan semua fungsi tujuan¹⁶.

Penentuan respon

Respon tepung pisang instan yang diukur meliputi: warna¹⁷, kadar Air¹⁸, kadar Abu¹⁸, protein¹⁸, lemak¹⁸, karbohidrat by difference¹⁸, serat kasar¹⁸ dan kalori¹⁹.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air

Rentang respon kadar air tepung pisang instan adalah berkisar 1,14-6,86%. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa model yang dihasilkan tidak signifikan dengan

nilai p-value "Prob>F" lebih besar dari 0,05(0,18) dan untuk uji *lack of fit* diperoleh p-value "Prob<F" = 0,98, menunjukkan *lack of fit* yang tidak signifikan. Nilai *lack of fit* yang tidak signifikan merupakan syarat untuk model yang baik karena menunjukkan adanya kesesuaian data respon rendemen dengan model²⁰. Respon permukaan kadar air ditampilkan dalam bentuk tiga dimensi pada Gambar 1, perbedaan warna yang terdapat pada grafik menunjukkan nilai respon kadar air. Warna biru menunjukkan nilai respon kadar air terendah yaitu 1,14% sampai warna merah yang menunjukkan nilai respon kadar air tertinggi yaitu 6,86%, tetapi karena nilai respon kadar air tertinggi hanya terdapat beberapa nilai maka warna merah tidak begitu terlihat dari grafik. Kadar air tepung pisang tertinggi yaitu pada formula 6 dengan penambahan tapioka 6,50%, asam sitrat 225 ppm, puree pisang 30%, sedangkan kadar air terendah pada formula 12 dengan penambahan tapioka 6,50%, asam sitrat 331,07 ppm dan puree pisang 30%.

Kadar air dalam produk pangan merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi mutu suatu produk tepung. Semakin rendah kadar air pada tepung, maka produk tepung semakin baik mutunya karena dapat memperkecil media untuk tumbuhnya mikroba yang dapat menurunkan mutu produk pada tepung²¹. Kadar air tepung pisang Cavendish terendah sebesar 1,14%, kadar air ini sesuai dengan standar tepung pisang SNI 01-3841-1995 dimana maksimal kadar air pada tepung pisang jenis A adalah 5%. Kadar air tertinggi sebesar 6,86% ini memberikan hasil yang tidak sesuai dengan standar tepung pisang jenis A, tetapi masih sesuai dengan tepung pisang jenis B dimana maksimal kadar air adalah 12%, tinggi rendahnya kadar air pada penelitian ini dapat disebabkan formulasi penambahan tapioka, asam sitrat dan pisang yang berbeda-beda. Hasil penelitian dari sumber lain menyebutkan bahwa kadar air tepung pisang mentah cukup bervariasi yaitu 6%⁶, 3,9%⁴, 6,37- 6,9%²².

Tapioka yang ditambahkan berpengaruh terhadap kadar air pada tepung pisang. Semakin tinggi ditambahkan tapioka maka kadar air menjadi menurun. Hal ini disebabkan karena kemampuan molekul-molekul pati telah mengalami kerusakan, disebabkan proses gelatinisasi sebelumnya²³. Asam sitrat juga berpengaruh terhadap kadar air, karena asam sitrat berbentuk kristal anhidrat yang bebas air atau berupa monohidrat yang mengandung satu molekul air. Jika dipanaskan di atas suhu 175°C akan terurai dengan melepaskan karbondioksida (CO₂) dan air (H₂O), sehingga dapat meningkatkan kadar air.

Kadar Abu

Rentang respon kadar abu tepung pisang instan

adalah berkisar 0,54-2,31%. Analisis ragam menunjukkan bahwa model yang dihasilkan signifikan dengan nilai p-value "Prob>F" kurang dari 0,05 (0,0001) dan untuk uji *lack of fit* diperoleh p-value "Prob<F" nilai p kurang dari 0,05 (0,47, tidak signifikan). Respon permukaan kadar abu ditampilkan dalam bentuk tiga dimensi pada Gambar 1. Perbedaan warna yang terdapat pada grafik menunjukkan nilai respon kadar abu. Warna biru menunjukkan nilai respon kadar abu terendah yaitu 0,54% sampai warna merah yang menunjukkan nilai respon kadar abu tertinggi yaitu 2,31%, tetapi karena nilai respon kadar abu terendah hanya terdapat beberapa, maka warna biru tidak begitu terlihat oleh grafik. Kadar abu tepung pisang tertinggi yaitu pada formula 8 dengan penambahan tapioka 3%, asam sitrat 300 ppm, puree pisang 50%, sedangkan kadar abu terendah pada formula 15 dengan penambahan tapioka 6,50%, asam sitrat 225 ppm dan puree pisang 1,72 %.

Kadar abu merupakan kandungan mineral yang terdapat pada bahan setelah bahan dibakar hingga bebas dari karbon²³. Kadar abu tepung pisang Cavendish tertinggi yaitu sebesar 2,31% dimana dengan penambahan tapioka 3%, asam sitrat 300 ppm, puree pisang 50%. Hal ini diduga karena tapioka dan pisang Cavendish segar mengandung kadar abu yang rendah. Tepung mengandung berbagai macam mineral, pada tapioka terdapat mineral, kalsium, fosfor dan zat besi²⁴, mineral yang ada pada tapioka jumlahnya sangat sedikit karena hampir seluruh komponen penyusunnya adalah pati, sedangkan pada pisang Cavendish mengandung sejumlah mineral kalsium dan fosfor²⁵. Penambahan asam sitrat pada penelitian ini diduga dapat menurunkan kadar abu, mineral dalam suasana asam dapat mengakibatkan terikatnya mineral pada lemak²⁶.

Kadar abu umumnya dinyatakan sebagai mineral yang terkandung dalam suatu bahan. Proses pemanasan bahan pangan akan merusak komponen pangan, namun proses tersebut tidak mempengaruhi kandungan mineral dalam bahan pangan²⁷. Berdasarkan SNI 01-7111.1-2005, kadar abu pada bubur bayi instan yakni tidak lebih dari 3,5%. Hasil penelitian dari beberapa literatur menunjukkan kadar abu bubur bayi instan berbahan dasar tepung millet dan tepung kacang hijau dengan flavor alami pisang adalah sebesar 1,73%²⁸. Selain itu kadar abu tepung pisang Tongka Langit berkisar antara 1,37-2,22%. Makin tinggi substitusi tepung pisang maka mineral pada tepung pisang instan makin tinggi²².

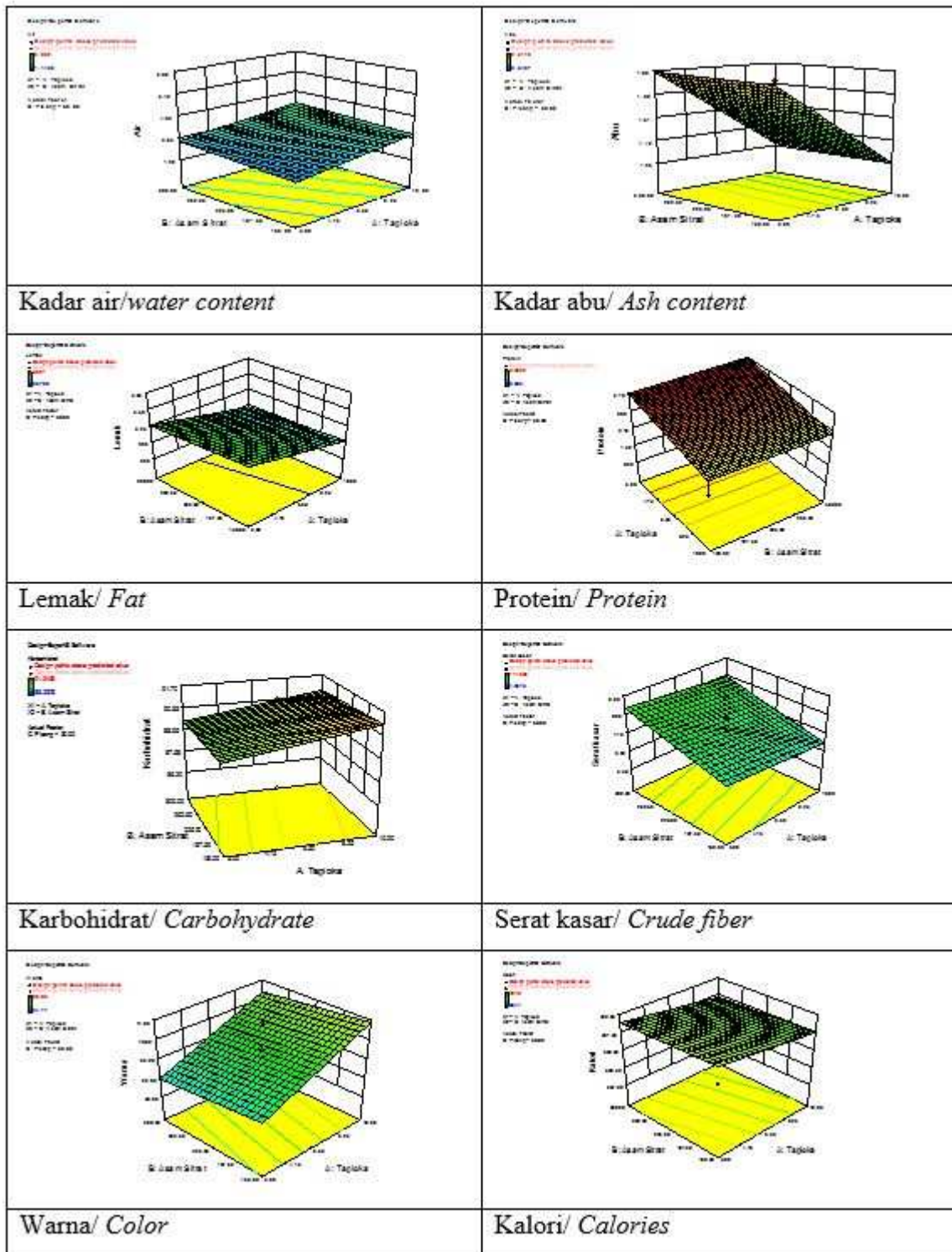
Kadar Lemak

Rentang respon kadar lemak tepung pisang instan berkisar 2,57-3,9%. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa model yang dihasilkan tidak signifikan dengan

nilai p-value "Prob<F" lebih besar dari 0,05 (0,17) dan untuk uji *lack of fit* tidak signifikan. Respon permukaan kadar lemak ditampilkan dalam bentuk tiga dimensi pada Gambar 1. Perbedaan warna yang terdapat pada grafik menunjukkan nilai respon kadar lemak. Tidak terdapat perbedaan warna pada grafik, karena perbedaan kadar lemak yang tidak terlalu jauh. Pengurangan konsentrasi asam sitrat pada adonan menyebabkan kenaikan kadar lemak tepung instan pisang. Warna biru menunjukkan nilai respon kadar lemak terendah yaitu 2,57% sampai warna merah yang menunjukkan nilai respon kadar lemak tertinggi yaitu 3,9%. Kadar lemak tepung pisang tertinggi yaitu pada formula 4 dengan penambahan tapioka 3%, asam sitrat 150 ppm, puree pisang 10%, sedangkan kadar lemak terendah pada formula 14 dengan penambahan tapioka 6,50%, asam sitrat 225 ppm dan puree pisang 30%. Rendahnya kadar lemak pada tepung pisang Cavendish ini diakibatkan karena kandungan kadar lemak dari pisang segar yang rendah yaitu 0,2 g²⁵. Selain itu kadar lemak pada tepung tapioka juga rendah yaitu 0,5 %²⁴. Kadar lemak pada makanan sarapan (bubur instan) maksimal adalah 7%. Hasil penelitian dari literatur menunjukkan bahwa kadar lemak bubur instan campuran pisang adalah 0,83-0,91%,²² bubur instan kombinasi tepung gandum dan manga adalah 0,89-1,09%²⁹.

Kadar Protein

Rentang respon kadar protein tepung pisang instan adalah berkisar 0,60-3,63%. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa model yang dihasilkan signifikan dengan nilai p-value "Prob>F" kurang dari 0,05 (0,0007) dan untuk uji *lack of fit* tidak signifikan. Respon permukaan kadar protein ditampilkan dalam bentuk tiga dimensi pada Gambar 1. Perbedaan warna yang terdapat pada grafik menunjukkan nilai respon kadar protein. Warna biru menunjukkan nilai respon kadar protein terendah yaitu 0,60% sampai warna merah yang menunjukkan nilai respon kadar protein tertinggi yaitu 3,63%. Nilai respon kadar protein tersebar merata hampir semua degradasi warna merah terlihat pada grafik dan hanya terdapat beberapa formula yang terendah, sehingga warna biru tidak tampak terlihat. Kadar protein tepung pisang tertinggi yaitu pada formula 8 dengan penambahan tapioka 3%, asam sitrat 300 ppm, puree pisang 50%, sedangkan kadar protein terendah pada formula 15 dengan penambahan tapioka 6,50%, asam sitrat 225 ppm dan puree pisang 1,72%. Kadar protein pada penelitian ini rendah karena pada pisang mengandung protein yang rendah. Menurut SNI 01-7111.1-2005, kandungan protein pada bubur instan bayi tidak kurang dari 8 gr/100 gr bahan. Kadar protein dari produk makanan sarapan (bubur instan) untuk orang dewasa maksimal 5%. Penurunan protein diduga juga disebabkan oleh pemanasan pada proses pengeringan.



Gambar 1. Grafik tiga dimensi dari berbagai parameter respon pada tepung pisang instan.
 Figure 1. Three-dimensional graphs of various response parameters on instant banana flour.

Dengan adanya pemanasan, protein dalam bahan makanan akan mengalami perubahan dan membentuk persenyawaan dengan bahan lain, misalnya antara asam amino hasil perubahan protein dengan gula-gula reduksi yang membentuk senyawa rasa dan aroma makanan³⁰.

Untuk meningkatkan kadar protein bisa ditambahkan sumber protein nabati seperti kacang-kacangan. Kadar protein yang tinggi dapat menyebabkan viskositas menurun karena protein dapat menyebabkan granula pati melekat pada matrik protein yang dapat menurunkan kemampuan swelling power granula pati sehingga interaksi pati dan air menurun³¹.

Kadar Karbohidrat

Rentang respon kadar karbohidrat tepung pisang instan berkisar antara 86,23-91,94%. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa model yang dihasilkan tidak signifikan dengan nilai p-value "Prob<F" lebih besar dari 0,05 (0,75) dan untuk uji *lack of fit* tidak signifikan. Respon permukaan kadar karbohidrat dalam bentuk tiga dimensi ditampilkan pada Gambar 1. Perbedaan warna yang terdapat pada grafik menunjukkan nilai respon kadar karbohidrat. Warna biru menunjukkan nilai respon kadar karbohidrat terendah yaitu 86,23% sampai warna merah yang menunjukkan nilai respon kadar karbohidrat tertinggi yaitu 91,94%. Karena hanya terdapat beberapa kandungan karbohidrat terendah, maka warna biru tidak tampak terlihat. Kadar karbohidrat tepung pisang tertinggi yaitu pada formula 13 dengan penambahan tapioka 10%, asam sitrat 150 ppm, puree pisang 50%, sedangkan kadar terendah pada formula 6 dengan penambahan tapioka 6,50%, asam sitrat 225 ppm dan puree pisang 30%. Sementara hasil penelitian lain cukup bervariasi, kadar karbohidrat sebesar 54%,³² sebesar 84,95 hingga 85,53%,²² dan sebesar 76,17 hingga 81,29%³³. Pada penelitian ini semakin banyak penambahan pisang dan tapioka, semakin tinggi pula kandungan karbohidrat pada tepung pisang tersebut. Kadar karbohidrat yang tinggi diakibatkan karena kandungan karbohidrat pada pisang Cavendish sebesar 80,80 hingga 82,78³⁴.

Kadar Serat Kasar

Rentang respon kadar serat kasar tepung pisang instan adalah 4,65-11,45%. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa model yang dihasilkan signifikan dengan nilai p-value "Prob>F" kurang dari 0,05 (0,04) dan untuk uji *lack of fit* tidak signifikan. Respon permukaan kadar serat kasar dalam bentuk tiga dimensi pada Gambar 1. Perbedaan warna yang terdapat pada grafik menunjukkan nilai respons kadar serat kasar. Warna biru menunjukkan nilai respon kadar serat kasar terendah yaitu 4,65% sampai warna merah yang menunjukkan

nilai respon kadar serat kasar tertinggi yaitu 11,45%. Nilai respon serat kasar sebagian besar berada pada nilai rendah maka warna biru yang hanya terlihat pada grafik. Kadar serat tepung pisang tertinggi yaitu pada formula 8 dengan penambahan tapioka 3%, asam sitrat 300 ppm, puree pisang 50%, sedangkan yang terendah pada formula 15 dengan penambahan tapioka 6,50%, asam sitrat 225 ppm dan puree pisang 1,72%.

Serat kasar tepung pisang Cavendish tertinggi adalah 11,45%. Semakin tinggi penambahan pisang dan tapioka maka kadar seratnya meningkat, karena kandungan karbohidrat yang tinggi pada pisang dan tapioka dapat meningkatkan serat kasar. Tapioka mempunyai kandungan sebesar 3,5%. Kandungan serat per 100 g yang terdapat pada pisang adalah 0,6%. Serat tinggi diduga juga dari pati resisten yang muncul selama proses produksi yaitu pemasakan dan pengeringan³⁵.

Warna

Warna tepung pisang dinyatakan dengan 0Hue. Rentang respon nilai warna adalah berkisar 54,77-80,96°Hue pada kisaran warna kuning kecoklatan. Makin tinggi nilai °Hue makin kuning tepung pisang instan yang dihasilkan. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa model yang dihasilkan signifikan dengan nilai p-value "Prob>F" kurang dari 0,05 (0,0004) dan untuk uji *lack of fit* tidak signifikan. Respon permukaan warna dalam bentuk tiga dimensi ditampilkan pada Gambar 1. Perbedaan warna yang terdapat pada grafik menunjukkan nilai respon chromameter. Warna biru menunjukkan nilai respon 0Hue terendah 54,77 sampai warna merah yang menunjukkan nilai respons °Hue tertinggi yaitu 80,96. Nilai respon °Hue tertinggi hanya terdapat beberapa nilai maka warna merah tidak begitu terlihat pada grafik. Nilai 0Hue tertinggi yaitu pada formula 1 dengan penambahan tapioka 10%, asam sitrat 300 ppm, puree pisang 10%, sedangkan °Hue terendah pada formula 8 dengan penambahan tapioka 3.0%, asam sitrat 300 ppm dan puree pisang 50%.

Semakin banyak jumlah pisang yang ditambahkan, maka oHue yang dihasilkan semakin rendah dan sebaliknya. Penambahan asam sitrat berperan dalam memperbaiki warna tepung pisang. Peran penting dari asam sitrat disini adalah sebagai penghambat terjadinya pencoklatan enzimatis yang diakibatkan enzim PPO^{12,13}. Warna produk pangan yang baik adalah warna yang mendekati warna bahan segarnya³⁶.

Kalori

Analisis kadar kalori menggunakan perhitungan angka kecukupan gizi (AKG) dan berdasarkan total kebutuhan kalori total 2000 Kkal/hari. Rentang respons

nilai kalori yang tepung pisang adalah 384,1-407,9 Kkal. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa model yang dihasilkan tidak signifikan dengan nilai p-value "Prob<F' lebih besar dari 0,05 (0,6956) dan untuk uji lack of fit tidak signifikan. Respon permukaan kalori ditampilkan dalam bentuk tiga dimensi pada Gambar 1. Perbedaan warna yang terdapat pada grafik menunjukkan nilai respons jumlah kalori. Warna biru menunjukkan nilai respon terendah jumlah kalori 384,1Kkal sampai warna merah yang menunjukkan nilai respons tertinggi yaitu 407,9 Kkal. Nilai kalori tertinggi yaitu pada formula 12 dengan penambahan tapioka 6,50%, asam sitrat 331,7 ppm, puree pisang 30%, sedangkan kalori terendah pada formula 6 dengan penambahan tapioka 6,50%, asam sitrat 225 ppm dan puree pisang 30%. Semakin tinggi tapioka, puree pisang dan asam sitrat yang ditambahkan semakin tinggi kalori yang dihasilkan. Tapioka memberikan kalori yang cukup tinggi, dalam 100g bahan mengandung 358 Kkal³⁷. Sedangkan pisang Cavendish segar mengandung 99 Kkal²⁵. Dalam hal ini asam sitrat juga sangat berperan untuk menghambat denaturasi protein dan karbohidrat. Sifat asam akan menurunkan reaksi pencoklatan pada proses pengolahan. Sehingga kandungan protein dan karbohidrat pada tepung masih terjaga. Tepung pisang hasil penelitian ini menghasilkan kalori yang tinggi, karena memiliki kalori di atas 300 Kkal/100g sehingga sangat potensial digunakan untuk bahan baku makanan sarapan mengingat kebutuhan zat

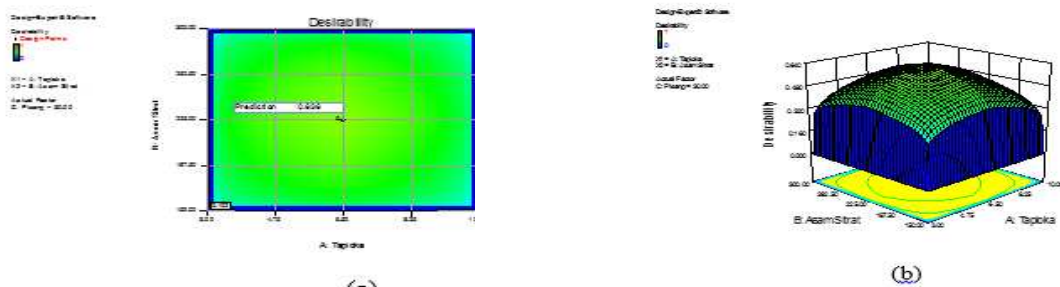
gizi makanan sarapan tidak kurang dari 300 Kkal³⁸. Namun tentu saja diperlukan formulasi lebih lanjut agar terpenuhi persyaratan komponen gizi lainnya seperti lemak dan protein.

Optimasi penambahan pati, asam sitrat dan pisang dalam pembuatan tepung pisang cavendish dengan Response Surface Methode (RSM)

Formula optimal tepung pisang instan yang direkomendasikan oleh RSM adalah formula dengan penambahan tapioka 6,50%, asam sitrat 225 ppm dan puree pisang 30%. Pengujian formula terpilih diperoleh nilai kadar air pada formula 2, 3, 4, 5, 7 dan 11 dimana nilai yang didapatkan tidak melebihi batas minimal dan maksimal dari nilai prediksi (Tabel 2) sehingga masih dapat diterima pada selang kepercayaan 95%. Sementara itu pengujian formula terpilih untuk kadar abu adalah pada formula 2, 3, 6, 4 dan 11. Pengujian formula terpilih untuk kadar lemak adalah pada formula 2, 3, 6, 8, 9, 11 dan 15. Pengujian formula terpilih pada kadar protein adalah pada formula 3, 6, 12 dan 13. Pengujian formula terpilih pada karbohidrat adalah pada formula 1, 2, 3, 5, 8 dan 11. Pengujian formula terpilih diperoleh untuk serat kasar adalah pada formula 4, 5, 6, 7, 10 dan 12. Pengujian formula terpilih untuk nilai warna ada pada formula 2, 3, 11 dan 14. Pengujian formula terpilih untuk nilai kalori ada pada formula 2, 3, 4, 6 7 dan 15.

Tabel 2. Nilai prediksi variabel respon dari formula optimal
Table 2. Predicted response variable value of the optimal formula

Variabel respon/ <i>Response variable</i>	Prediksi (selang kepercayaan 95 %)/ <i>Prediction (95% confidence interval)</i>						
	Nilai Prediksi	SE Mean	(C I) Minimal	(CI) Maksimal	SE Pred	(P I) Minimal	(P I) Maksimal
K.Air/ <i>water content (%)</i>	2,67	0,41	1,78	3,57	1,63	-0,92	6,27
K.Abu/ <i>ash content (%)</i>	1,60	0,04	1,50	1,71	0,19	1,19	2,02
Lemak/ <i>fat (%)</i>	3,09	0,07	2,91	3,26	0,32	2,39	3,78
Protein/ <i>protein (%)</i>	2,38	0,12	2,12	2,63	0,47	1,35	3,40
Karbohidrat/ <i>carbohydrate (%)</i>	90,26	0,42	89,33	91,18	1,68	86,57	93,95
Serat Kasar/ <i>crude fiber (%)</i>	7,49	0,40	6,62	8,37	1,59	4,00	10,99
Warna/ <i>color (°Hue)</i>	67,78	1,03	65,51	70,06	4,13	58,69	76,88
Kalori/ <i>calories (Kkal)</i>	398,84	1,52	395,5	402,18	6,06	385,50	412,18



Gambar 2. (a) Grafik contour plot nilai desirability formula optimum, (b) Grafik tiga dimensi nilai desirability formula optimum.

Figure 2. (a) Graph of the contour plot of the desirability value of the optimum formula, (b) The three dimensional graph of the optimum formula desirability value.

Hasil optimasi 15 formula yang diolah menggunakan RSM menghasilkan variabel respon yang paling sesuai dengan nilai variabel respon yang diinginkan. Optimasi formula pada Optimization pada bagian Point Prediction terdapat formula yang disarankan program program Design Expert7.1.6® yang menyesuaikan sesuai kriteria yang dimasukkan. Formula paling optimal adalah formula dengan nilai desirability maksimum. Nilai desirability merupakan nilai fungsi tujuan optimasi yang menunjukkan kemampuan program untuk memenuhi keinginan berdasarkan kriteria yang ditetapkan pada produk akhir. Kisaran nilainya adalah dari 0 sampai 1. Nilai desirability yang semakin mendekati nilai 1, menunjukkan kemampuan program untuk menghasilkan produk yang dikehendaki semakin sempurna. Tujuan optimasi bukan untuk memperoleh nilai desirability 1, namun untuk mencari kondisi terbaik yang mempertemukan semua fungsi tujuan¹⁶.

Gambar 2 menunjukkan bahwa area yang rendah pada grafik tiga dimensi menunjukkan nilai desirability yang rendah, sedangkan area yang tinggi menunjukkan nilai desirability yang tinggi. Formula yang menempati posisi tertinggi yang disarankan RSM adalah formula dengan penambahan tapioka 6,50%, asam sitrat 225 ppm dan puree pisang 30% dengan nilai desirability yang paling mendekati 1 yaitu 0,636. berdasarkan hasil optimasi dengan RSM diperoleh formula 6 adalah formula optimum. Hal ini dibuktikan dengan dihasilkannya nilai dari 8 respon yang diujikan mendekati nilai prediksi. Perlakuan ini memiliki nilai kadar air 6,86%, kadar abu 1,41%, kadar lemak 3,21%, kadar protein 2,26%, kadar karbohidrat 86,23%, kadar serat kasar 7,85%, kalori 384,1 kkal, 73,4 oHue. Pada formula optimal telah dilakukan validasi dan disajikan pada Tabel 3. Hasil validasi yang diulang sebanyak lima kali menunjukkan nilai yang mendekati nilai yang sebenarnya (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil validasi formula optimum dari tepung pisang instan pada berbagai parameter
Table 3. Optimum formula validation results of instant banana flour on various parameters

Parameter/Parameters	Nilai Sebenarnya/ Actual value	Validasi 1/ Validation 1	Validasi 2/ Validation 2	Validasi 3/ Validation 3	Validasi 4/ Validation 4	Validasi 5/ Validation 5	Standar Deviasi/ Deviation standard
Kadar air/ water content(%)	6,86	6,45	6,22	7,1	6,9	6,65	0,31
Kadar abu/ ash content (%)	1,41	1,62	1,34	1,42	1,24	1,65	0,16
Kadar lemak/ fat content(%)	3,21	3,13	3,54	3,09	3,5	3,88	0,29
Kadar protein/ protein content(%)	2,26	2,24	2,03	2,34	2,65	2,32	0,20
Kadar karbohidrat/ carbohydrate content(%)	86,23	85,89	86,54	86,11	85,34	87,11	0,60
Kadar serat kasar/ crude fiber content (%)	7,85	7,9	7,43	7,32	7,92	7,56	0,24
Nilai kalori/ calorievalue (Kkal)	384,1	380,69	386,14	381,61	383,46	392,64	4,29
Derajat Hue/ Hue degree	73,4	72,87	75,23	75,21	73,1	74,65	1,03

KESIMPULAN

Formula optimum dalam pembuatan tepung Cavendish instan adalah dengan penambahan bahan pengisi tapioka sebesar 6,50 %, asam sitrat 225 ppm dan puree pisang 30 %. Formula ini berada dalam center point, dengan nilai desirability adalah 0,636. Tepung pisang instan ini memiliki kadar air 6,86 %, kadar abu 1,41 %, kadar lemak 3,21 %, kadar protein 2,26 %, kadar karbohidrat 86,23 %, kadar serat kasar 7,85 %, kalori 384,1 Kkal/100g, 73,40 Hue (kuning kecoklatan). Tepung pisang instan ini berpotensi untuk minuman instan dan makanan sarapan melalui formulasi dengan penambahan bahan lain sebagai sumber lemak dan protein.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada Sarah Rosidah yang telah banyak membantu dalam analisis dan penyelesaian makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Delahaye E, Pacheco-Delahaye, Maldonado R, Perez E, Schroeder M. Production and characterization of unripe plantain (*Musa Paradisiaca*) flours. *Interciencia*. 2008;33(4): 290-296.
2. Ovando-Martinez, Sayago-Ayerdi S, Agama-Acevedo E, Goni I, Bello-Perez LA. Unripe banana flour as an ingredient to increase the undigestible carbohydrates of pasta. *Food Chemistry*. 2009;113:121-126.
3. Menezes EW, Tadini CC, Tribess TB, Zuleta A, Binaghi J, Pak N, Vera G, Dan MC, Bertolini AC, Cordenunsi BR, Lajolo FM. Chemical composition and nutritional value of unripe banana flour (*Musa acuminata*, var. Nanicao). *Plant Foods for Human Nutrition*. 2011; 66(3):231–237.
4. Rayo LM, Chaguri –Carvalho L, Sarda FAH, Dacanal GC, Menezes EW, Tadini CC. Production of instant green banana flour (*Musa cavendishii*, var. Nanicao) by a pulsed-fluidized bed agglomeration. *LWT – Food Science and Technology*. 2015; 63(1):461–469.
5. Anonymous. Agroindustri. 2018. <https://id.wikipedia.org/wiki/Agroindustri>.
6. Rodriguez-Ambriz SL, Islashernandez JJ, Agama-Acevedo E, Tovar J, Bello-Perez LA. Characterization of a fibre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. *Food Chemistry*. 2008; (107)4:1515-1521.
7. Vatanasuchart N, Boonma N, dan Karuna W. Resistant Starch Content, In Vitro Starch Digestibility And Physico-Chemical Properties Of Flour And Starch From Thai Bananas. *Maejo International Journal Science and Technology*. 2012; 6 (2) : 259-271.
8. Anyasi TA, Afam IOJ, dan Godwin RAM. Effect of organic acid pretreatment on some physical, functional and antioxidant properties of flour obtained from three unripe banana cultivars. *Jurnal of Food Chemistry*. 2015; 172: 515–522.
9. Sarifudin A, Ekafitri, R, Surahman, DN, Indrianti, N. Evaluasi sifat fisik, kimia serta penerimaan organoleptik minuman serbuk instan berbasis tepung pisang matang sebagai alternatif makanan sarapan. *Jurnal Riset Teknologi Industri*. 2016; 10(1):1-12.
10. Gonnissen Y, Remon JP, Vervaeck C. Effect of maltodextrin and superdisintegrant in directly compressible powder mixtures prepared via co-spray drying. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*. 2008; 68:277-282.
11. Feri K. Kimia pangan komponen makro. Dian Rakyat, Jakarta; 2010.
12. Abbasi NA, Akhtar A, Husain A and Irfan A.. Effect of Anti-Browning Agents On Quality Changes of loquat [*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindley] Fruit After Harvest. *J. Bot.* 2013;45(4): 1391-1396.
13. Jeong HL, Jin WJ, Kwang DM and Kee JP. Effect of Anti-Browning Agents on Polyphenoloxidase Activity and Total Phenolics as Related to Browning of Fresh-Cut ‘Fuji’ Apple. *ASEAN Food Journal*. 2008; 15(1): 79-86
14. Bezerra CV, Amante ER, Oliveira DC, Rodrigues AMC, Silva LHM. Green banana (*Musa cavendishii*) flour obtained in spouted bed – effect drying on physico-chemical, functional and morphological characteristics of the starch. *Industrial Crops Products*. 2013;41:241-249.
15. Chandra. Studi pengaruh jenis bahan pengisi terhadap kelekatan seasoning pada produk kacang oven di PT tudung putra-putri jaya [Skripsi]. Bogor: Fakultas teknologi pertanian, Institut Pertanian Bogor; 2011.
16. Raisi S, Farzani RE. Statistical process optimization through multi-response surface methodology. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 2009; 267–271.
17. Hongyan. Highly pigmented vegetables: anthocyanin compositions and their role antioxidant activities. *Food Research International Journal*. 2012; 46(1): 250-259.
18. AOAC. Official method of analysis. The association of official analytical chemists, Arlington, 2016.
19. Schakel SF, Jasthi B, Van Heel N and Harnack L. Adjusting a nutrient database to improve calculation of percent calories from macronutrients. *Journal of Food Composition and Analysis* 22S . 2009; 32–36.
20. Keshani S, Chuah AL, Nourouzi MM, Russly AR, Jamilah B. Optimization of concentration process on pamele fruit juice using response surface methodology (RSM). *International Food Research Journal*. 2010; 17: 733-742.
21. Triyono, A. Mempelajari pengaruh penambahan beberapa asam pada proses isolat protein terhadap tepung protein isolat kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.). Di dalam: Seminar rekayasa kimia dan proses. Jurusan teknik kimia,

- Fakultas teknik, Universitas Diponegoro, Semarang; 2010.
22. Picauly P, Tetelepta G. Karakteristik kimia bubur instan tersubstitusi tepung pisang Tongka Langit. *Jurnal Agroforestri*. 2015; 10 (2).
 23. Husien HS. Pengeringan bekatul terstabilisasi menggunakan alat pengering drum dryer dan perubahan mutunya selama penyimpanan [skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor; 2009.
 24. Situmorang TFH. Memperpanjang Umur Simpan Bakso Sapi dengan Pelapisan Tapioka dan Pati Sagu [Skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor; 2013.
 25. DKBM. Daftar komposisi bahan makanan. LIPI, Jakarta; 2015.
 26. Supirman, Kartikaningsih, H, Zaelanie, K. 2013. Pengaruh perbedaan pH perendaman asam jeruk nipis (*Citrus auratifolia*) dengan pengeringan sinar matahari terhadap kualitas kimia teh alga coklat (*Sargassum Fillipendula*). *J THP Student*.
 27. Ramadhia M, Kumalaningsih S, Santoso I. Pembuatan tepung lidah buaya (*Aloe vera L.*) dengan metode foammat drying method. *Jurnal teknologi pertanian*. 2012; 13 (2): 125-137.
 28. Husna EA, Affandi DR, Kawiji, Anandito BK. Karakterisasi bubur bayi instan berbahan dasar tepung millet (*Panicum Sp.*) dan tepung kacang hijau (*Phaseolus Radiatus*) dengan flavor alami pisang ambon (*Musa paradisiaca var. Sapientum l.*). *Jurnal Teknosains Pangan*. 2012;1(1):68-74.
 29. Neeraj G, Baljit S, Kanu P, Amarjeet K. Development of mango Flavoured Instant Porridge Using Extrusion Technology. *J of Food technology*. 2013; 11(3): 44-51.
 30. Sudarmadji S, Haryono B, Suhardi. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty Yogyakarta; 1996.
 31. Aprianita A, Purwandari U, Watson B, Vasiljrvic T. Physico_chemical properties of flours and starches from selected commercial tubers available in Australia. *Internat food research journal*. 2009;16: 507-520.
 32. Egbebi AO, dan Bademosi TA. Chemical compositions of ripe and unripe banana and plaintain. *International Journal Tropical Medicine and Public Health*. 2011; 1(1): 1-5.
 33. Loypimai P, Moongngarm A. Utilization of pregelatinized banana flour as a functional ingredient in instant porridge. *J Food Sci Technol*. 2015; 52(1):311-318.
 34. Abbas FMA, Saifullah R, dan Azhar ME. Assessment of physical properties of ripe banana flour prepared from two varieties: Cavendish and Dream banana. *International Food Research Journal*. 2009;16: 183-189
 35. Mohammed MA, Makki, HMM, Mustafa A I. Ef-fect of cooking and drum drying on the nu-tritive value of sorghum-pigeon pea compos-ite flour. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2009; 8 (7):988-992.
 36. Kadarani D. 2014. Optimasi perendaman natrium bisulfit dan asam askorbat pada proses pembuatan tepung bawang merah (*Allium ascalonicum L.*) [Skripsi]. Bogor: Departemen biokimia, Fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam, Institut Pertanian Bogor; 2014.
 37. Astawan, Made. Sehat dengan Hidangan Kacang dan Biji-bijian. Penebar Swadaya. Bogor; 2009.
 38. Sukasih E, dan Setyadjit. Formulasi Pembuatan Flake Berbasis Talas untuk Makanan Sarapan (Breakfast Meal) Energi Tinggi dengan Metode Oven. *Jurnal Pasca Panen*. 2012; 9 (2) : 70-76.