

KARAKTERISTIK BUBUR INSTAN MP-ASI BERBASIS SORGUM PUTIH (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) DAN WORTEL (*Daucus carota* L.)

(Characteristic of Instant Complementary Food for Breast Milk from White Sorghum and Carrots)

Diki Nanang Surahman¹, Wisnu Cahyadi², Alethea Stania², Wawan Agustina¹

¹Pusat Penelitian Teknologi Tepat Guna – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jl. K.S. Tubun No. 5 Subang, 41213

²Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan
Jl. Dr. Setiabudhi No.93, Bandung, 40153, Indonesia
e-mail: diki.lucky@gmail.com

Naskah diterima 8 Agustus 2019, revisi akhir 23 September 2019, disetujui terbit 27 September 2019

ABSTRAK. Bubur instan komersial umumnya menggunakan beras sebagai sumber karbohidrat sehingga perlu dilakukan upaya pencarian alternatif untuk mengurangi ketergantungan. Sorgum memiliki kandungan protein, kalsium dan zat besi yang lebih tinggi dibandingkan dengan beras dan jagung serta memiliki kandungan bahan fungsional seperti antioksidan, vitamin dan mineral. Tujuan penelitian ini untuk menentukan formula yang optimal pada pembuatan bubur instan Makanan Pendamping-Air Susu Ibu (MP-ASI) berbahan baku tepung sorgum putih yang diperkaya dengan wortel. Metode penelitian yang dilakukan terdiri dari penelitian pendahuluan dan utama. Penelitian pendahuluan meliputi pengujian kadar tanin dan asam fitat sorgum dan penentuan batas atas dan bawah pada aplikasi design expert. Penelitian utama meliputi optimasi formula dan pengujian respon bubur instan MP-ASI sorgum putih dan wortel menggunakan aplikasi design expert metode Mixture D-Optimal. Berdasarkan analisis aplikasi design expert 10.0 dihasilkan formula optimum tepung sorgum putih sebesar 12,76% dan wortel sebesar 6,44% dengan nilai kesukaan sebesar 0,567. Berdasarkan hasil analisis fisik, kimia dan organoleptik dapat disimpulkan bahwa formulasi bubur bayi instan perlu dilakukan reformulasi untuk memenuhi kebutuhan kadar lemak, kadar serat pangan dan kadar betakaroten.

Kata kunci: bubur instan, design expert, MP-ASI, sorgum putih, wortel

ABSTRACT. Commercial instant porridge using rice as carbohydrate source, thus needs alternatives to reduce dependency. Sorghum has higher protein, calcium and iron content compared to rice and corn also has functional ingredients such as antioxidants, vitamins and minerals. This study aimed to determine the optimal formula of instant porridge for complementary food-breast milk (MP-ASI) from white sorghum flour enriched with carrots. The research method consisted of preliminary and primary research. Preliminary research included testing tanin levels and phytic acid of sorghum and determining the upper and lower limits of application design experts. The main research included optimization of formulations and testing of MP-ASI instant porridge sample response using the D-Optimal Mixture design expert application. Based on the analysis of design expert 10.0 application, optimum formula consisted of white sorghum flour 12.76% and carrots 6.44% with a desirability value of 0.567. Based on the results of physical, chemical and organoleptic analysis, the formulation of instant baby porridge needs to be reformulated to meet the needs of fat content, dietary fiber content and beta-carotene content.

Keywords: carrot, complementary food, design expert, instant porridge, white sorghum

1. PENDAHULUAN

Salah satu penyebab terjadinya gangguan tumbuh kembang bayi dan anak berusia 6–24 bulan adalah rendahnya kualitas MP-ASI (Makanan Pendamping ASI) dan ketidaksesuaian pola asuh yang diberikan sehingga beberapa zat gizi tidak dapat mencukupi kebutuhan energi dan zat mikro (Septiana dkk., 2010). Bubur bayi instan adalah bubur bayi yang dapat disajikan tanpa melalui proses pemasakan (Fellow dan Ellis, 1992). Bubur instan komersial umumnya menggunakan tepung beras sebagai sumber karbohidrat utama.

Tingginya konsumsi beras saat ini mendorong berbagai upaya diversifikasi pangan untuk menghindari ketergantungan terhadap satu komoditas. Sereal merupakan suatu alternatif pengganti beras dan salah satu jenisnya adalah sorgum putih (*Sorghum bicolor*). Sorgum dapat diolah menjadi beberapa jenis makanan seperti roti dengan atau tanpa ragi, bubur kental, bubur cair, camilan dan sorgum rebus (Vogel *etal.*, 1979). Selain sebagai bahan pangan, pakan dan industri, sorgum juga kaya akan komponen pangan fungsional diantaranya antioksidan, unsur mineral terutama Fe, serat, oligosakarida dan β -glukan termasuk komponen karbohidrat *nonstarch polysakarida* (NSP) (Suarni, 2004).

Kandungan karbohidrat sorgum putih mencapai (74,63 gr/100gr bahan), lebih tinggi daripada gandum (71,97 gr/100 gr bahan), peringkat ketiga setelah padi (79,15 gr/100 gr bahan) dan jagung (76,85 gr/100 gr bahan) (Zubair, 2016). Selain sebagai sumber karbohidrat, sorgum memiliki kandungan protein sebesar 8,43 gram/100 gram, lemak sebesar 3,34 gram/100 gram, serat pangan sebesar 3,34 gram/100 gram, kalsium 6,6 mg/100 gram, vitamin B6 0,061 mg/100 gram dan asam lemak tidak jenuh 0,94 gram/100 gram yang lebih tinggi dibandingkan dengan beras dan jagung sehingga tanaman sorgum sangat potensial sebagai bahan pangan utama (USDA, 2018 dan Suarni, 2004). Daerah penghasil sorgum utama di Indonesia dengan pola pengusahaan tradisional adalah Jawa Tengah dengan jumlah produksi 17.350 ton (selama kurun

waktu tahun 1973-1983), Daerah Istimewa Yogyakarta dengan produksi 670 ton (selama kurun waktu tahun 1974-1980), Jawa Timur dengan produksi 10.522 ton (selama kurun waktu tahun 1984-1988) dan sebagian Nusa Tenggara Timur dengan produksi 39 ton serta Nusa Tenggara Barat dengan produksi 54 ton (selama kurun waktu tahun 1993-1994) (Sirappa, 2003). Pada tahun 2009, produksi sorgum di Indonesia mencapai 6.172 ton, tahun 2010 mencapai 5.723 ton dan pada tahun 2011 mencapai 7.695 ton (Direktorat Budidaya Serealia, 2012).

Kekurangan vitamin A selain dapat berakibat pada peningkatan jumlah penderita diare dan kematian pada anak-anak, juga dapat mengakibatkan peningkatan kejadian penyakit campak dan infeksi saluran pernapasan akut (Sommer *et al.*, 1983 dan Imdad *et al.*, 2016). Vitamin A berperan dalam fungsi imun, melindungi integritas sel-sel epitel lapisan kulit, permukaan mata, bagian dalam mulut, serta saluran pencernaan dan pernafasan (Parizkova, 2010). Penambahan bahan pangan yang mengandung vitamin A (salah satunya adalah wortel) merupakan upaya untuk penyediaan sumber vitamin A. Wortel (*Daucus carota L.*) adalah salah satu sayuran sumber vitamin A. Wortel juga mengandung vitamin B, vitamin C serta zat-zat lain yang bermanfaat bagi kesehatan manusia (Rukmana, 2005). Umbi wortel berwarna kuning kemerahan karena mengandung senyawa “*carotene*” (bahan pembentuk vitamin A atau provitamin A) yang sangat tinggi (Sunaryono. dkk, 1990).

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan formula optimal MP-ASI berbahan dasar sorgum putih yang diperkaya wortel karena selama ini berbahan dasar dari beras dan biji-bijian, serta untuk mengetahui karakteristik yang meliputi fisika, kimia, mikrobiologi dan organoleptik. Optimasi formula dilakukan dengan menggunakan program *Design Expert*. Program ini dapat mengoptimasi formulasi dengan beberapa variabel yang dinyatakan dalam satuan respon, menu *mixture* yang dikhususkan untuk proses formulasi (Nugraha, 2014).

2. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan meliputi tepung sorgum putih, *puree* wortel, susu skim bubuk, sukrosa (gula) dan air. Bahan kimia yang digunakan meliputi n-heksana dan *silica gel*, H₂SO₄, KI padat, Na₂S₂O₃, HCl, larutan *luff schoorl*, amilum, indikator PP, NaOH, Zn, *dietary fiber*, larutan indigo karmina, kapas bebas lemak dan CHCl₃. Bahan untuk analisis mikrobiologi antara lain *Salmonella Shigella Agar* (SSA), *Plate Count Agar* (PCA), *Eosyn Metyl Blue Agar* (EMBA), kapas dan larutan pengencer. Adapun alat yang digunakan meliputi blender, *cabinet dryer*, alat gelas, kertas saring, *soxhlet*, desikator, oven dan labu lemak, labu takar, *erlenmeyer*, buret, destilator, oven, desikator, neraca digital, cawan, tang krus, sentrifugasi, kolorimetri, *Rapid Visco Analyzer* (RVA), tabung reaksi, spiritus, inkubator, tabung durham, cawan petri dan peralatan dapur.

Uji Pendahuluan

Kegiatan ini meliputi (1) Pengujian kadar tanin dengan menggunakan metode *Lowenthal* dan *Procter* dalam Sudarmadji (1987) dan asam fitat dengan menggunakan metode *Wheeler & Ferrel* (1971) pada sorgum putih dan (2) Penentuan formula dasar bubur bayi instant secara *trial and error* dan pengujian organoleptik.

Analisis Kadar Tanin Metode *Lowenthal* dan *Procter*

Sampel tepung sorgum sebanyak 5 gram ditambahkan 400 ml akuades kemudian didihkan 30 menit. Setelah dingin, disaring dan dimasukkan ke dalam labu ukur 500 ml lalu ditambahkan akuades sampai tanda batas. Ambil 10 ml filtrat ditambahkan dengan 25 ml larutan indigokarmina dan 750 ml akuades. Selanjutnya dititrasi dengan KMnO₄ 0,1 N

sampai warna kuning emas (filtrat I). Sebanyak 100 ml filtrat I ditambahkan berturut-turut 50 ml larutan gelatin, 100ml larutan garam asam, 10 gram kaolin powder, lalu kocok dan saring (filtrat II). Sebanyak 25 ml filtrat II dicampur dengan larutan indigokarmina 25 ml dan akuades 750 ml kemudian dititrasi dengan larutan KMnO₄ 0,1 N. Selanjutnya dilakukan standarisasi larutan KMnO₄ dengan Natrium oksalat.

Analisis Kadar Asam Fitat Metode *Wheeler* dan *Ferrel*

Sampel tepung sebanyak 3-5 gram diekstraksi dengan 50 ml 3% TCA selama 30 menit. Kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 15 menit. Supernatan dipisahkan dan diambil 10 ml lalu dimasukkan ke dalam tabung sentrifugasi 40 ml dan ditambahkan FeCL₃ 4 ml, kemudian dipanaskan selama 45 menit. *Aliquot* ini disentrifugasi selama 15 menit lalu supernatan dipisahkan. Endapan yang diperoleh dicuci dua kali dengan 20-25 ml 3% TCA. Endapan yang diperoleh dicuci dengan akuades, kemudian ditambahkan 3 ml 1,5 N NaOH. Endapan diencerkan menjadi 30 ml dan dipanaskan selama 30 menit lalu disaring. Endapan yang tertinggal di kertas saring dilarutkan dalam 40 ml 3,2 N HNO₃ panas, lalu diencerkan 100 ml. *aliquot* sebanyak 5 ml diambil lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml kemudian ditambahkan 60 ml akuades dan 20 ml 1,5 M KSCN. Setelah itu, dibaca absorbansinya pada panjang gelombang 480 nm. Larutan standar feri-nitrat juga ditera absorbansinya pada panjang gelombang 480 nm dan dibuat kurva standar. Asam fitat dalam contoh dapat dihitung berdasarkan hasil perhitungan Fe dari larutan standar dengan perbandingan Fe:P sebesar 4:6. Formula uji coba dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Formula awal bubur bayi instant tepung sorgum putih pada uji coba pendahuluan.

Kode Sampel	Tepung Sorgum Putih (%)	Wortel (%)	Susu Skim (%)	Gula (%)	Air (%)
186	12,6	6,6	6,3	4,5	70
650	13,8	5,4	6,3	4,5	70
734	15	4,2	6,3	4,5	70

Sumber : Modifikasi dari Tamrin dan Pujilestari (2016)

Berdasarkan formula tersebut ditentukan batas atas dan batas bawah dua bahan dasar utama yang akan dioptimalisasi. Produk MP-ASI dibuat dengan terlebih dahulu membuat *puree* wortel dengan cara wortel dikupas, dicuci, dipotong-potong dan dihancurkan dengan penambahan 20% air. Tepung sorgum dan *puree* wortel dicampur dengan susu skim, sukrosa dan air. Campuran dimasak pada suhu 75°C selama 30 menit, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 12 jam. Campuran kering selanjutnya dihaluskan dan diayak dengan *Vibratory screen 80 mesh*. Tepung MP-ASI kemudian disterilkan dengan pemanasan pada suhu 115°C selama 30 menit.

Optimalisasi Formula Terbaik Menggunakan Software Design Expert Versi 10 Metode D-Optimal

Tahap ini dilakukan untuk memperoleh perbandingan optimal antara sorgum putih dan wortel dari formula bubur bayi instant yang terdiri dari perencanaan formula, formulasi, analisis dan optimalisasi. Sebagai langkah awal dilakukan penentuan (1) variabel-variabel yang akan dikombinasikan beserta konsentrasinya dan (2) respon yang akan diukur sebagai fungsi dari komponen penyusun produk. Setiap variabel respon kemudian dianalisis oleh aplikasi DX10 untuk mendapat persamaan *d-optimal* dengan ordo yang cocok (*linier, quadratic, cubic*). Selanjutnya, variabel-variabel respon ini digunakan sebagai model prediksi untuk menentukan formula optimal. DX10 akan mengolah semua variabel respon berdasarkan nilai target optimalisasi yang dapat dicapai dan dinyatakan dengan nilai kesukaan (0-1). Semakin mendekati 1, semakin mudah suatu formula dalam mencapai titik optimal. Optimalisasi dilakukan untuk mencapai nilai kesukaan maksimum. Namun demikian, tujuan utama optimalisasi adalah untuk mencari kombinasi yang tepat dari berbagai kombinasi bahan.

Pengujian Respon Hasil Formulasi Design Expert

Formula terpilih menurut hasil formulasi dari Dx10 kemudian dilakukan uji respon terhadap (1) *Respon fisik* yang meliputi daya serap air, waktu rehidrasi, uji warna, densitas kamba dan karakteristik gelatinisasi, (2) *respon kimia* meliputi kadar air metode gravimetri (AOAC, 2005), gula total metode *Luff Schoorl* (AOAC, 2005), karbohidrat metode *Luff Scroorl* (AOAC, 2005), serat kasar (AOAC, 2005) protein metode *Kjedahl* (AOAC, 2005), lemak metode *soxhlet* (AOAC, 2005), abu, kadar serat pangan, besi, kalsium dan betakaroten serta (3) respon organoleptik meliputi warna, aroma, rasa dan tesktur dilakukan secara hedonik (Soekarto, 1985) dengan panelis sebanyak 30 orang. Kriteria panelis pada penelitian ini adalah ibu-ibu yang telah memiliki bayi atau balita. Pemilihan ibu-ibu sebagai panelis dikarenakan ibu dapat menentukan makanan pendamping ASI yang bisa diberikan kepada bayinya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Tanin dan Asam Fitat Tepung Sorgum Putih

Hasil pengujian kadar tanin dan asam fitat dari tepung sorgum putih dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data hasil analisis kadar tanin dan asam fitat.

Kandungan	Jumlah (%)
Tanin	0,04
Asam Fitat	0,000028

Berdasarkan hasil pengujian, kadar tanin dari tepung sorgum telah sesuai dengan persyaratan mutu yang ditentukan oleh Codex Alimentarius (1989), yaitu maksimal 0,3%. Kandungan tanin yang rendah tidak bersifat sebagai anti nutrisi melainkan sebagai antioksidan dalam tubuh, sedangkan asam fitat di dalam sorgum terdapat dalam sel aleuron yang berjumlah sekitar 0,3-1,0%. Afify *et al.* (2012) menyatakan asam fitat dapat direduksi melalui proses perendaman, fermentasi dan perkecambahan.

Tabel 3. Hasil pengujian organoleptik penentuan formula terpilih pada penelitian pendahuluan

Kode Sampel	Warna	Rasa	Aroma	Tekstur (Mouthfeel)	Jumlah
186	4,5	3,93	3,7	4	16,13
650	4,5	4,37	4	4,3	17,17
734	4,3	4,03	3,93	4,17	16,43

Formula Dasar Penentuan Batas Atas dan Batas Bawah menggunakan Uji Hedonik

Hasil pengujian organoleptik bubur bayi instant dari formula pada uji pendahuluan dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa formula terbaik berdasarkan uji organoleptik dengan nilai kesukaan tertinggi adalah formula dengan kode 650 (konsentrasi tepung sorgum sebesar 13,8% dan wortel sebesar 5,4%). Berdasarkan hasil tersebut ditentukan jumlah batas atas dan batas bawah dari jumlah sorgum dan wortel yang akan digunakan dalam optimalisasi formula dengan cara menambah dan mengurangi sebesar $\pm 2,5$. Sebagai acuan kriteria formulasi yang diinginkan, hasil prediksi tidak akan jauh dari 13,8% dan 5,4% (nilai $\pm 2,5$ dibuat sesuai dengan standar yang ingin dicapai ditentukan oleh peneliti), seperti dapat dilihat pada Tabel 4. Bahan lain seperti susu skim, gula dan air merupakan variabel tetap.

Tabel 4. Batas bawah dan batas atas variabel berubah

Variabel Berubah	Batas Atas	Batas Bawah
Tepung Sorgum Putih	11,3	16,3
Wortel	2,9	7,9

Variasi Kombinasi Formula Tepung Sorgum Putih dan Wortel

Berdasarkan uji sebelumnya diketahui jumlah total variabel berubah adalah 19,2% dari basis formula. Nilai ini didapatkan dari hasil penelitian pendahuluan berupa *trial and error*, nilai ini ditentukan sebagai acuan batas atas dan batas bawah formulasi yang diinginkan. Berdasarkan hasil olahan program *DX10*

diperoleh delapan rancangan formula sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Desain (*actual*) optimalisasi formula bubur instan MP-ASI dalam *design expert*

Formula	Tepung Sorgum Putih (%)	Wortel (%)	Respon kimia
1	11,3	7,9	...
2	16,3	2,9	...
3	13,8	5,4	...
4	16,3	2,9	...
5	16,3	2,9	...
6	15,05	4,15	...
7	12,55	6,65	...
8	16,3	2,9	...

Berdasarkan Tabel 5, dapat dilihat bahwa terdapat 4 formula yang sama yaitu formula 2, 4, 5 dan 8. Persamaan formulasi ini diakibatkan nilai *lack of fit* (kesesuaian model regresi) pada aplikasi *design expert*. Berdasarkan formula di atas, selanjutnya dibuat sampel produk dan dilakukan analisis terhadap nilai respon yang diuji terutama untuk respon kimia. Hasil pengujian respon dapat dilihat pada Tabel 6.

Hasil Analisis Respon Kimia Kadar Air Bubur Instan MP-ASI Sorgum Putih dan Wortel

Analisis sidik ragam atau uji Anova yang dilakukan oleh program *Design Expert* metode *Mixture design d-optimal* pada nilai respon kimia kadar air terhadap formula yang dibuat, menunjukkan hasil berupa model *cubic*. Nilai probabilitas sebesar 0,425 (probabilitas $> 0,05$) pada taraf signifikan 5% yang menunjukkan model tersebut tidak signifikan dan faktor dalam model tersebut tidak mempengaruhi

respon kadar air secara nyata pada taraf signifikan 5%. Nilai *lack of fit* model tersebut tidak signifikan dengan nilai probabilitas 0,644 yang berarti model yang diperoleh masih dapat memberikan respon kadar air dengan baik. Persamaan polinomial untuk respon kadar air dapat dilihat sebagai berikut:

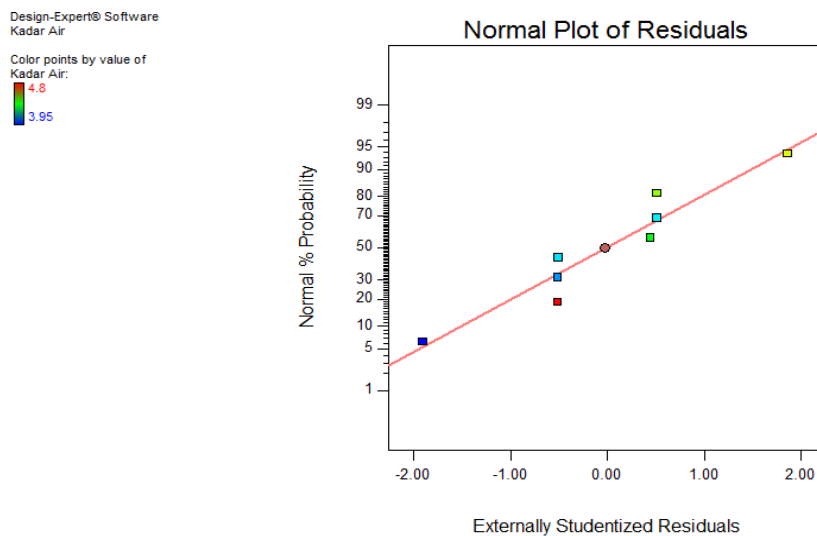
$$Kadar\ Air = A(4,26) + B(4,28) - AB(1,47) + AB(A - B) (3,36) \dots(1)$$

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa dari penambahan A (tepung sorgum putih) dan B (wortel) didapatkan komponen yang

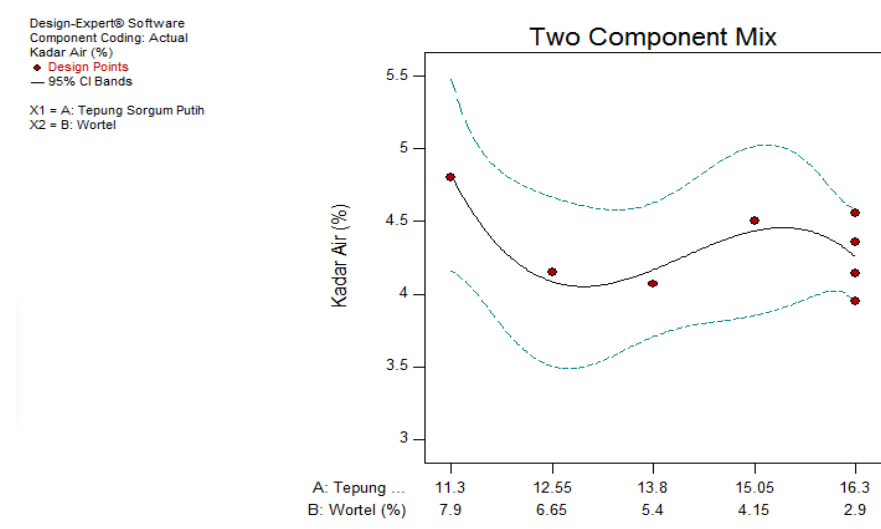
paling berkontribusi besar terhadap kadar air interaksi dengan B komponen wortel. Hal ini disebabkan koefisien B paling tinggi nilainya (4,28). Pada grafik *normal plot of residual* (Gambar 1) terlihat bahwa secara umum titik-titik uji berada di luar garis lurus yang berarti residu mengikuti sebaran tidak normal atau *outliner*. Hal ini berarti bahwa hasil aktual tidak mendekati hasil yang diprediksikan oleh program *design expert*. Warna biru menunjukkan nilai respon rendemen terendah, yaitu 4,8%. Warna merah menunjukkan respon rendemen tertinggi, yaitu 3,95%.

Tabel 6. Data hasil analisis respon kimia dalam *design expert 10.0*

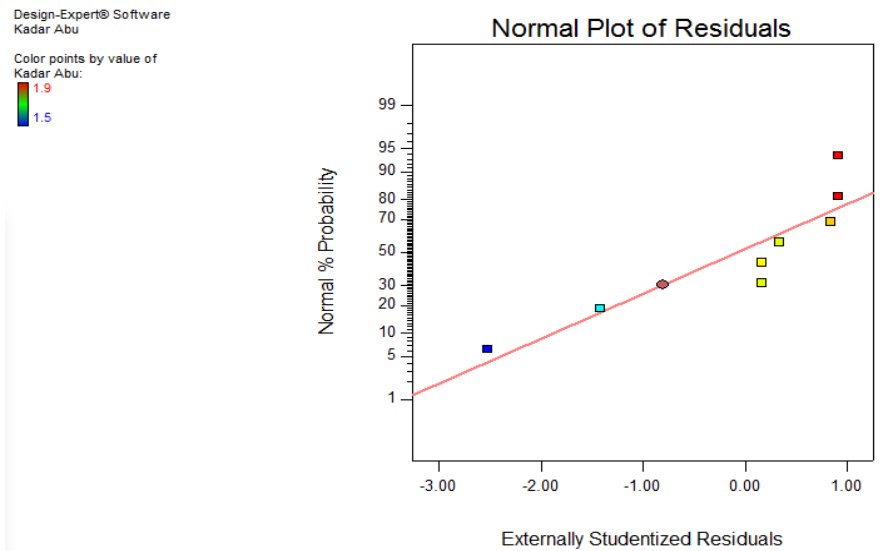
Formula	Tepung Sorgum Putih (%)	Wortel (%)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Protein (%)	Lemak (%)	Karbohidrat (%)	Serat Kasar (%)	Gula Total (%)
1	11,3	7,9	4,0	1,82	13,06	3,56	57,82	1,23	16,68
2	16,3	2,9	4,55	1,79	13,07	3,57	59,91	1,52	14,47
3	13,8	5,4	4,07	1,39	13,09	3,60	58,39	1,69	15,87
4	16,3	2,9	3,95	1,89	13,10	3,72	60,02	1,75	14,47
5	16,3	2,9	4,35	1,70	13,13	3,76	59,11	1,83	14,13
6	15,05	4,15	4,49	1,79	13,14	3,82	58,54	1,82	15,45
7	12,55	6,65	4,14	1,79	13,21	3,88	57,94	1,83	16,25
8	16,3	2,9	4,14	1,89	13,16	4,18	59,81	1,88	14,68



Gambar 1. Grafik *normal plot of residual* respon kadar air



Gambar 2. Grafik *contour plot* berdasarkan respon kadar air



Gambar 3. Grafik *normal plot of residual* respon kadar abu

Grafik *contour plot* (Gambar 2) menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon kadar air yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 4,05912% dimana batas bawah kadar air dari keseluruhan formulasi yaitu 3,95% dan batas atas sebesar 4,8%. Titik-titik yang berbeda menunjukkan nilai respon kadar air. Untuk mencapai nilai kadar air sesuai dengan prediksi program pada pengaplikasian produk bubur instan MP-ASI, harus menggunakan tepung sorgum putih sebesar 16,3% dan wortel sebesar 2,9%.

Hasil Analisis Respon Kimia Kadar Abu Bubur Instan MP-ASI Sorgum Putih dan Wortel

Berdasarkan analisis sidik ragam atau uji Anova yang dilakukan oleh program *Design Expert* metode *Mixture design d-optimal* pada nilai respon kimia kadar abu terhadap formula yang dibuat, menunjukkan model *linear* dengan nilai probabilitas sebesar 0,7799 pada taraf signifikan 5%, yang menunjukkan model tersebut tidak signifikan dan faktor dalam model tersebut tidak mempengaruhi respon kadar abu secara nyata pada taraf signifikan 5%. Nilai *lack of fit* model

tersebut tidak signifikan dengan nilai probabilitas 0,419 yang berarti model yang diperoleh masih dapat menghasilkan respon kadar abu dengan baik. Nilai *Adeq Precision* data respon kadar abu sebesar 0,559. Persamaan polinomial untuk respon kadar abu dapat dilihat di bawah ini:

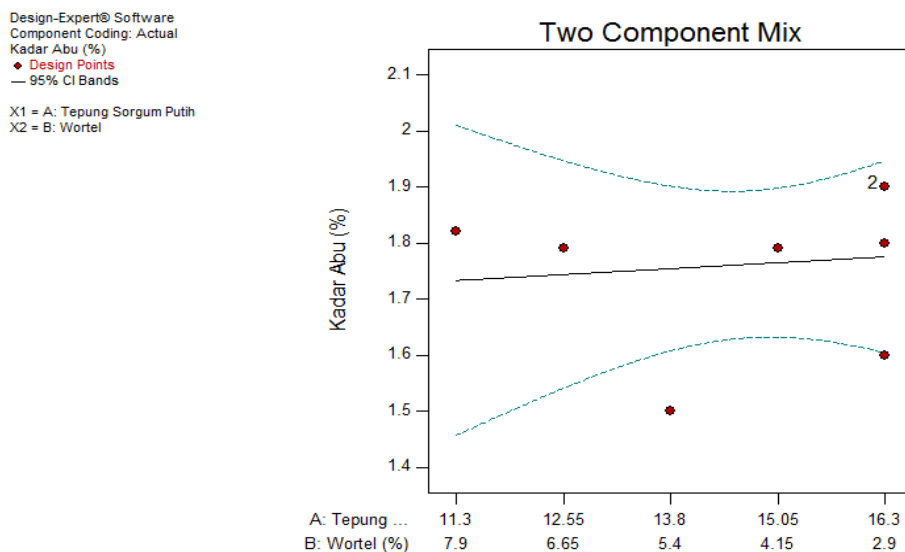
$$\text{Kadar Abu} = A(1,78) + B(1,73) \dots \dots \dots (2)$$

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa pada penambahan A (tepung sorgum putih) dan B (wortel) didapatkan komponen yang paling berkontribusi besar terhadap kadar abu interaksi A komponen tepung sorgum putih. Hal ini disebabkan koefisien A paling tinggi nilainya (1,78).

Pada grafik *normal plot of residual* (Gambar 3) terlihat bahwa secara umum titik-titik uji berada di luar garis lurus yang berarti residu mengikuti sebaran tidak

normal atau *outliner*. Hal ini berarti bahwa hasil aktual tidak mendekati hasil yang diprediksikan oleh program *design expert*. Warna biru menunjukkan nilai respon rendemen terendah, yaitu 1,9%. Warna merah menunjukkan respon rendemen tertinggi, yaitu 1,5%.

Grafik *contour plot* (Gambar 4) menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon kadar abu yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 1,775% dimana batas bawah kadar abu dari keseluruhan formulasi yaitu 1,9% dan batas atas sebesar 1,5%. Untuk mencapai nilai kadar abu sesuai dengan yang diprediksikan oleh program pada pengaplikasian produk bubur instan MP-ASI harus menggunakan tepung sorgum putih sebesar 16,3% dan wortel sebesar 2,9%.



Gambar 4. Grafik *contour plot* berdasarkan kadar abu

Hasil Analisis Respon Kimia Kadar Protein Bubur Instan MP-ASI Sorgum Putih dan Wortel

Berdasarkan analisis sidik ragam atau uji Anova yang dilakukan oleh program *Design Expert* metode *Mixture design d-optimal* pada nilai respon kimia kadar protein terhadap formula yang dibuat, menunjukkan model *cubic*. Nilai probabilitas sebesar 0,300 pada taraf signifikan 5%, yang menunjukkan model tersebut tidak signifikan dan faktor dalam

model tersebut tidak mempengaruhi respon kadar protein secara nyata pada taraf signifikan 5%. Persamaan polinomial untuk respon kadar protein dapat dilihat sebagai berikut:

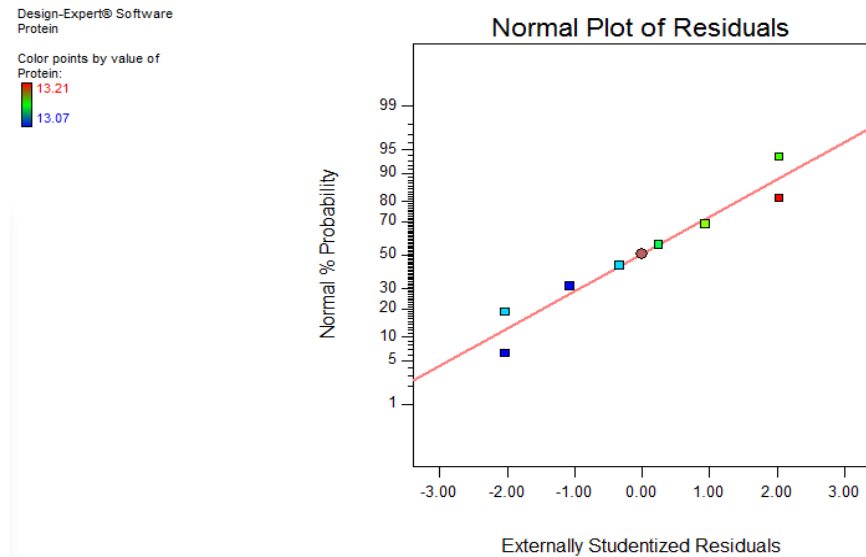
$$\text{Kadar Protein} = A(13,12) + B(13,07) + AB(0,23) - AB(A - B)(0,42) \dots \dots \dots (3)$$

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa penambahan A (tepung sorgum putih) dan B (wortel) didapatkan komponen yang

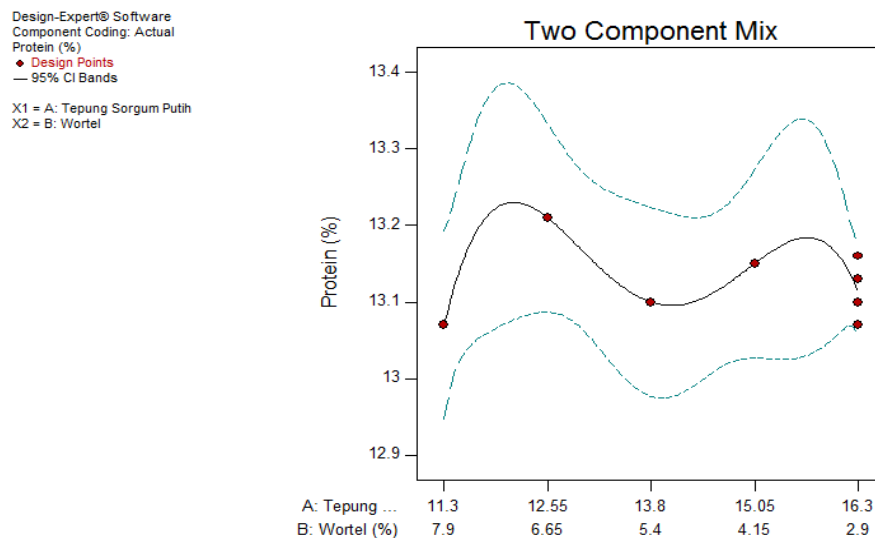
paling berkontribusi besar terhadap kadar protein interaksi A komponen wortel. Hal ini disebabkan koefisien A paling tinggi nilainya (13,07).

Pada grafik *normal plot of residual* (Gambar 5) terlihat bahwa secara umum titik-titik uji berada diluar garis lurus yang berarti residu mengikuti sebaran tidak normal atau *outliner*. Hal ini berarti bahwa hasil aktual tidak mendekati hasil yang diprediksikan oleh program *design expert*. Warna biru menunjukkan nilai respon rendemen terendah, yaitu 13,07%. Warna merah menunjukkan respon rendemen tertinggi, yaitu 13,21%.

Grafik *contour plot* (Gambar 6) menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon kadar protein yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 13,1898% dimana batas bawah kadar protein dari keseluruhan formulasi yaitu 13,07% dan batas atas sebesar 13,21%. Untuk mencapai nilai kadar protein sesuai dengan yang diprediksikan oleh program pada pengaplikasian produk bubur instan MP-ASI harus menggunakan tepung sorgum putih sebesar 16,3% dan wortel sebesar 2,9%.



Gambar 5. Grafik *normal plot of residual* respon kadar protein



Gambar 6. Grafik *contour plot* berdasarkan kadar protein

Hasil Analisis Respon Kimia Kadar Lemak Bubur Instan MP-ASI Sorgum Putih dan Wortel

Berdasarkan analisis sidik ragam atau uji Anova yang dilakukan oleh program *Design Expert* metode *Mixture design d-optimal* pada nilai respon kimia kadar lemak terhadap formula yang dibuat, menunjukkan model *linear*. Nilai probabilitas sebesar 0,4686 pada taraf signifikan 5%, yang menunjukkan model tersebut tidak signifikan dan faktor dalam model tersebut tidak mempengaruhi respon kadar lemak secara nyata pada taraf signifikan 5%. Nilai *lack of fit* model tersebut tidak signifikan dengan nilai probabilitas 0,850 yang berarti model yang diperoleh masih dapat menunjukkan respon kadar lemak dengan baik. Persamaan polinomial untuk respon kadar lemak dapat dilihat dibawah ini :

$$\text{Kadar Lemak} = A(3,82) + B(3,67)..... (4)$$

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa penambahan A (tepung sorgum putih) dan B (wortel) didapatkan komponen yang paling berkontribusi besar terhadap kadar lemak interaksi A komponen wortel. Hal ini disebabkan koefisien A paling tinggi nilainya (3,82).

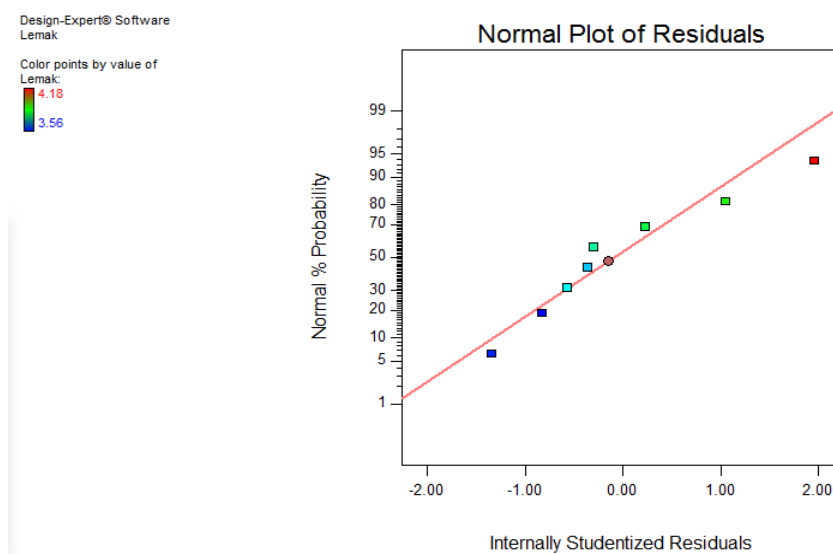
Pada grafik *normal plot of residual* (Gambar 7) terlihat bahwa secara umum

titik-titik uji berada didekat garis lurus yang berarti residu mengikuti sebaran normal atau tidak ada data pencilan atau *outliner*. Hal ini berarti bahwa hasil aktual mendekati hasil yang diprediksikan oleh program *design expert*. Warna biru menunjukkan nilai respon rendemen terendah, yaitu 3,56%. Warna merah menunjukkan respon rendemen tertinggi, yaitu 4,18%.

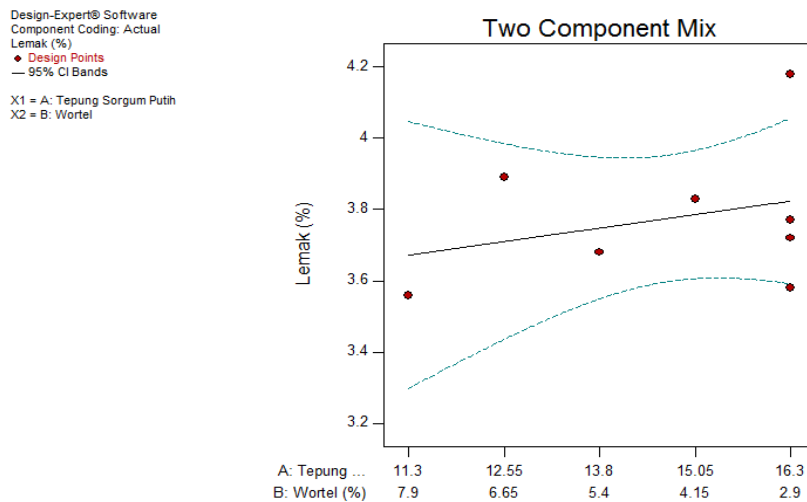
Grafik *contour plot* (Gambar 8) menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon kadar lemak yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 3,716% di mana batas bawah kadar lemak dari keseluruhan formulasi yaitu 4,81% dan batas atas sebesar 3,56%. Untuk mencapai nilai kadar lemak sesuai dengan yang diprediksikan oleh program pada pengaplikasian produk bubur instan MP-ASI harus menggunakan tepung sorgum putih sebesar 16,3% dan wortel sebesar 2,9%.

Hasil Analisis Respon Kimia Kadar Karbohidrat Bubur Instan MP-ASI Sorgum Putih dan Wortel

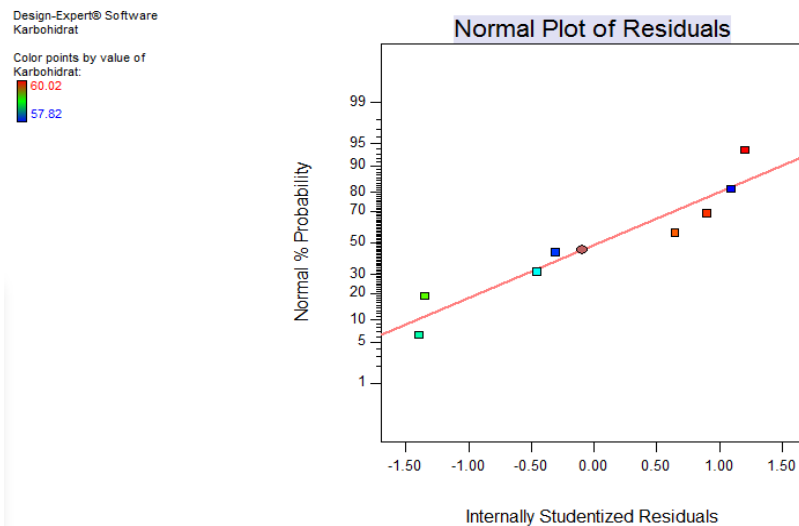
Berdasarkan analisis sidik ragam atau uji Anova yang dilakukan oleh program *Design Expert* metode *Mixture design d-optimal* pada nilai respon kimia, kadar karbohidrat terhadap formula yang dibuat menunjukkan model *linear*. Nilai



Gambar 7. Grafik *normal plot of residual* respon kadar lemak



Gambar 8. Grafik *contour plot* berdasarkan kadar lemak



Gambar 9. Grafik *normal plot of residual* respon kadar karbohidrat

probabilitas sebesar 0,0017 pada taraf signifikan 5% yang menunjukkan model tersebut signifikan dan faktor dalam model tersebut mempengaruhi respon kadar karbohidrat secara nyata pada taraf signifikan 5%. Nilai *lack of fit* model tersebut signifikan dengan nilai probabilitas 0,530 yang berarti model yang diperoleh memodelkan respon kadar karbohidrat dengan baik. Persamaan polinomial untuk respon kadar karbohidrat dapat dilihat dibawah ini:

$$Kadar\ Karbohidrat = A(59,59) + B(57,53) \dots\dots\dots(5)$$

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa penambahan A (tepung sorgum putih) dan

B (wortel) didapatkan komponen yang paling berkontribusi besar terhadap kadar karbohidrat interaksi A komponen tepung sorgum putih. Hal ini disebabkan koefisien A paling tinggi nilainya (59,59).

Pada grafik *normal plot of residual* (Gambar 9) terlihat bahwa secara umum titik-titik uji berada didekat garis lurus yang berarti residu mengikuti sebaran normal atau tidak ada data pencilan atau *outliner*. Hal ini berarti bahwa hasil aktual mendekati hasil yang diprediksikan oleh program *design expert*. Warna biru menunjukkan nilai respon rendemen terendah, yaitu 57,82%. Warna merah menunjukkan respon rendemen tertinggi, yaitu 60,02%.

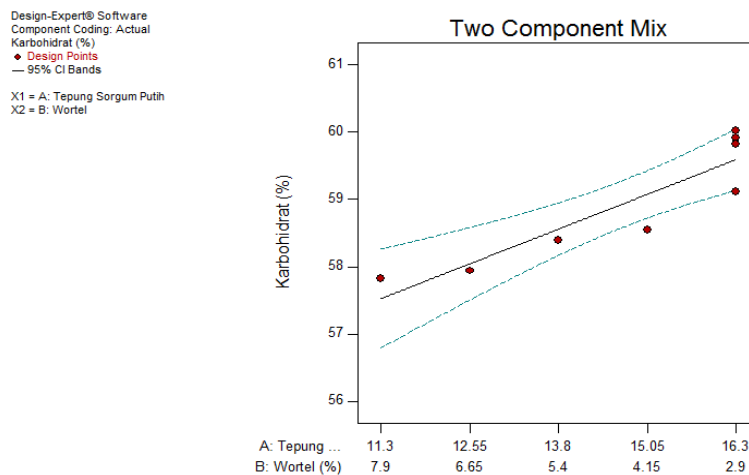
Grafik *contour plot* (Gambar 10) menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon kadar karbohidrat yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 58,1292% dimana batas bawah kadar karbohidrat dari keseluruhan formulasi yaitu 57,82% dan batas atas sebesar 60,02%. Untuk mencapai nilai kadar karbohidrat sesuai dengan yang diprediksikan oleh program pada pengaplikasian produk bubur instan MP-ASI harus menggunakan tepung sorgum putih sebesar 16,3% dan wortel sebesar 2,9%.

Hasil Analisis Respon Kimia Kadar Serat Kasar Bubur Instan MP-ASI Sorgum Putih dan Wortel

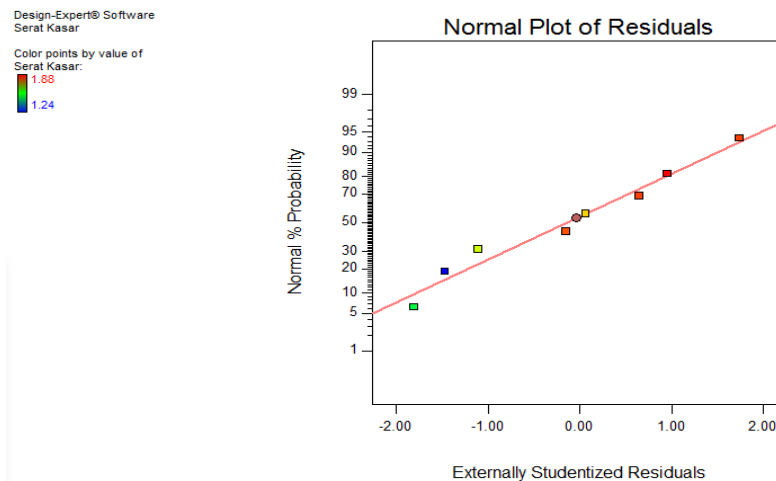
Berdasarkan analisis sidik ragam atau uji Anova yang dilakukan oleh

program *Design Expert* metode *Mixture design d-optimal* pada nilai respon kimia kadar serat kasar terhadap formula yang dibuat, menunjukkan model *quadratic c*. Nilai probabilitas sebesar 0,1147 pada taraf signifikan 5%, yang menunjukkan model tersebut tidak signifikan dan faktor dalam model tersebut tidak mempengaruhi respon kadar serat kasar secara nyata pada taraf signifikan 5%. Nilai *lack of fit* model tersebut tidak signifikan dengan nilai probabilitas 0,4109 yang berarti model yang diperoleh masih dapat memodelkan respon kadar serat kasar dengan baik. Persamaan polinomial untuk respon kadar serat kasar dapat dilihat dibawah ini:

$$Kadar\ Serat\ Kasar = A(1,74) + B(1,32) + AB(1,17) \dots\dots\dots(6)$$



Gambar 10. Grafik *contour plot* berdasarkan kadar karbohidrat



Gambar 11. Grafik *normal plot of residual* respon kadar serat kasar

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa penambahan A (tepung sorgum putih) dan B (wortel) didapatkan komponen yang paling berkontribusi besar terhadap kadar serat kasar interaksi A komponen tepung sorgum putih. Hal ini disebabkan koefisien A paling tinggi nilainya (1,74)

Pada grafik *normal plot of residual* (Gambar 11) terlihat bahwa secara umum titik-titik uji berada diluar garis lurus yang berarti residu mengikuti sebaran tidak normal atau *outliner*. Hal ini berarti bahwa hasil aktual jauh dari hasil yang diprediksikan oleh program *design expert*. Warna biru menunjukkan nilai respon rendemen terendah, yaitu 1,24%. Warna merah menunjukkan respon rendemen tertinggi, yaitu 1,88%.

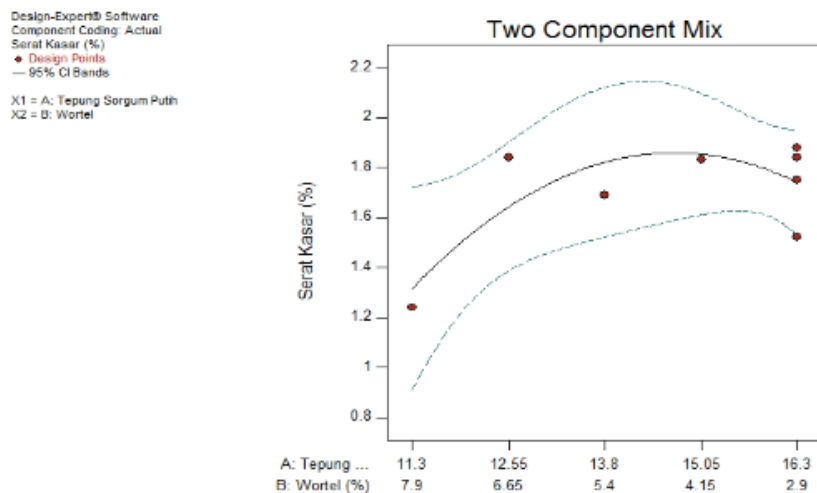
Grafik *contour plot* (Gambar 12) menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon kadar serat kasar yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 1,68227% dimana batas bawah kadar serat kasar dari keseluruhan formulasi yaitu 1,24% dan batas atas sebesar 1,88%. Untuk mencapai nilai kadar serat kasar sesuai dengan yang diprediksikan oleh program pada pengaplikasian produk bubur instan MP-ASI harus menggunakan tepung sorgum putih sebesar 16,3% dan wortel sebesar 2,9%.

Hasil Analisis Respon Kimia Kadar Gula Total Bubur Instan MP-ASI Sorgum Putih dan Wortel

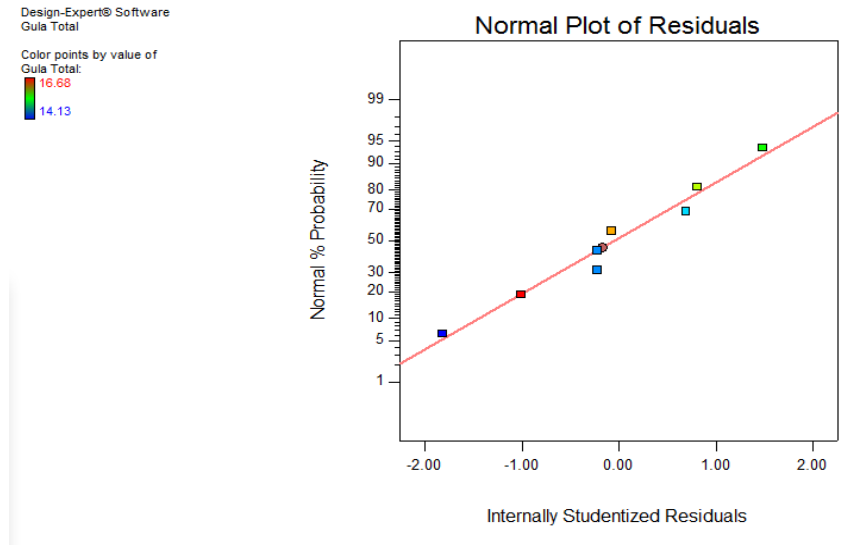
Berdasarkan analisis sidik ragam atau uji Anova yang dilakukan oleh program *Design Expert* metode *Mixture design d-optimal* pada nilai respon kimia kadar gula total terhadap formula yang dibuat, menunjukkan model *linear*. Nilai probabilitas sebesar 0,0001 pada taraf signifikan 5%, sehingga menunjukkan model tersebut tidak signifikan dan faktor dalam model tersebut tidak mempengaruhi respon kadar gula total secara nyata pada taraf signifikan 5%. Nilai *lack of fit* model tersebut tidak signifikan dengan nilai probabilitas 0,4113 yang berarti model yang diperoleh masih dapat memodelkan respon kadar gula total dengan baik. Persamaan polinomial untuk respon kadar gula total dapat dilihat dibawah ini:

$$Kadar\ Gula\ Total = A(14,53) + B(16,58) \dots\dots\dots(7)$$

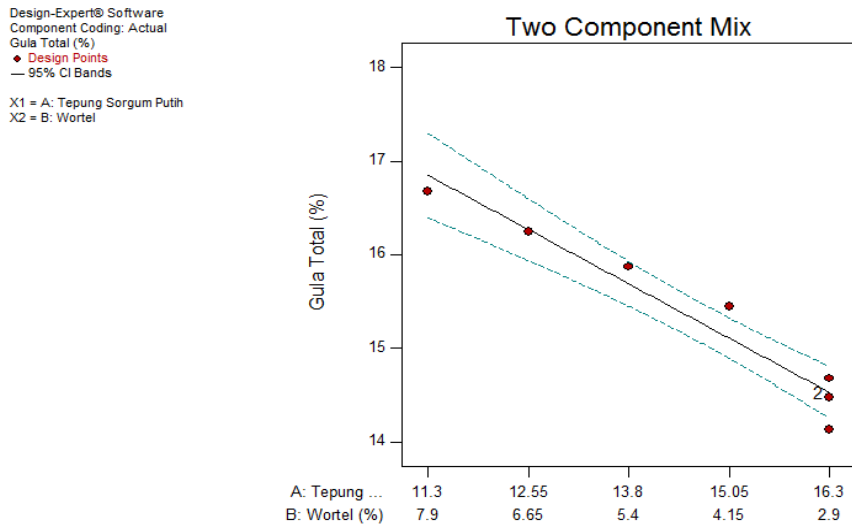
Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa penambahan A (tepung sorgum putih) dan B (wortel) didapatkan komponen yang paling berkontribusi besar terhadap kadar gula total interaksi B komponen wortel. Hal ini disebabkan koefisien B paling tinggi nilainya (16,58).



Gambar 12. Grafik *contour plot* berdasarkan kadar serat kasar



Gambar 13. Grafik *normal plot of residual* respon kadar gula total



Gambar 14. Grafik *contour plot* berdasarkan kadar gula total

Pada grafik *normal plot of residual* (Gambar 13) terlihat bahwa secara umum titik-titik uji berada didekat garis lurus yang berarti residu mengikuti sebaran normal atau tidak ada data pencilan atau *outliner*. Hal ini berarti bahwa hasil aktual mendekati hasil yang diprediksikan oleh program *design expert*. Warna biru menunjukkan nilai respon rendemen terendah, yaitu 14,13%. Warna merah menunjukkan respon rendemen tertinggi, yaitu 16,68%.

Grafik *contour plot* (Gambar 14) menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon kadar gula total yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 16,1692% dimana batas bawah kadar gula total dari keseluruhan formulasi yaitu 14,13% dan batas atas sebesar 16,68%. Untuk mencapai nilai kadar gula total sesuai dengan yang diprediksikan oleh program pada pengaplikasian produk bubur instan MP-ASI harus menggunakan tepung sorgum putih sebesar 16,3% dan wortel sebesar 2,9%.

Tabel 7. Komponen dan respon yang dioptimalisasi, target batas dan *importance* pada tahapan optimalisasi formula

Nama Komponen	Goal	Batas Bawah	Batas Atas	Importance
Tepung Sorgum Putih	<i>maximize</i>	11,3	16,3	5(+++++)
Wortel	<i>maximize</i>	2,9	7,9	3(+++)
Kadar Air	<i>minimize</i>	3,95	4,8	5(+++++)
Kadar Abu	<i>minimize</i>	1,5	1,9	3(+++)
Protein	<i>maximize</i>	13,07	13,21	3(+++)
Lemak	<i>maximize</i>	3,56	4,18	4(++++)
Karbohidrat	<i>minimize</i>	57,82	60,02	3(+++)
Serat Kasar	<i>in range</i>	1,24	1,88	3(+++)
Gula Total	<i>maximize</i>	14,13	16,68	3(+++)

Hasil Optimalisasi Formula dengan Design Expert 10.0

Nilai target optimalisasi yang dapat dicapai dikenal dengan istilah nilai kesukaan (*desirability*). Nilai ini besarnya nol sampai dengan satu. Nilai kesukaan mendekati satu menandakan bahwa formula bubur instan MP-ASI dapat mencapai formula optimal sesuai dengan variabel respon yang dikehendaki, sedangkan indeks kesukaan mendekati nol menandakan bahwa formula bubur instan MP-ASI sulit mencapai titik optimal berdasarkan variabel responnya (Wahyudi, 2012). Komponen yang dioptimalisasi, Nilai target, batas dan *importance* pada tahapan optimalisasi formula dengan menggunakan program *design expert 10.0* dapat dilihat pada Tabel 7.

Penetapan bobot pada Tabel 8 disesuaikan dengan persyaratan SNI 01-7111.1-2005 agar formula yang dihasilkan sesuai dengan karakteristik formula yang diinginkan, semakin penting suatu respon maka nilai *importance* akan semakin meningkat. Tahap optimalisasi yang dilakukan memberikan satu solusi formula terbaik dari beberapa formula yang disarankan dengan nilai kesukaan sebesar 0,567. Solusi formula yang terpilih merupakan formula optimum yang terdiri dari tepung sorgum putih 12,76% dan wortel 6,44%. Formula ini memiliki nilai kesukaan sebesar 0,567 yang artinya formula ini akan menghasilkan produk yang memiliki karakteristik sesuai dengan target optimalisasi sebesar 56,7%. Formula

ini diprediksikan akan memiliki nilai kadar air 4,06%, kadar abu 1,75%, protein 13,19%, lemak 3,72%, karbohidrat 58,13%, serat kasar 1,68% dan gula total 16,17%.

Komposisi solusi dapat dilihat pada Tabel 8. Solusi formula optimum tersebut didapatkan dari hasil *running* program *DX10* terhadap 8 formula yang akhirnya dipilih satu formula dengan nilai kesukaan tertinggi yang direkomendasikan oleh program *DX10* sebagai solusi optimum. Program *DX10* hanya merekomendasikan satu solusi formula yaitu formula yang memiliki kesukaan dengan nilai yang paling mendekati satu. Nilai kesukaan yang dihasilkan dipengaruhi oleh kompleksitas komponen, kisaran yang digunakan dalam komponen, jumlah komponen, respon dan target yang ingin dicapai dalam memperoleh formula optimum.

Tabel 8. Solusi formula yang didapatkan pada tahap optimalisasi

Tepung Sorgum Putih	Wortel	Kesukaan
12,76	6,44	0,567

Kompleksitas jumlah komponen tampak pada persyaratan jumlah bahan baku yang dianggap penting dan berpengaruh terhadap produk untuk menentukan formulasi. Jumlah masing-masing bahan baku yang ditentukan dalam selang yang berbeda-beda juga

berpengaruh terhadap nilai kesukaan. Semakin lebar rentang, maka penentuan formula optimum dengan kesukaan yang tinggi akan semakin sulit. Jumlah komponen dan respon juga turut berpengaruh terhadap nilai kesukaan formula optimum. Semakin banyak jumlah komponen dan respon, akan semakin sulit untuk mencapai keadaan optimum sehingga nilai kesukaan yang akan tercapai kemungkinan akan rendah. Nilai *importance* yang besar menunjukkan adanya keinginan untuk mencapai produk optimum yang ideal. Semakin besar nilai *importance* yang ditetapkan akan semakin sulit untuk mendapatkan hasil dengan nilai kesukaan yang tinggi.

Verifikasi Formula Hasil Optimalisasi

Solusi formula sebagai formula optimum selanjutnya digunakan dalam pembuatan bubur instan MP-ASI untuk diujikan kembali menggunakan respon yang sama dengan respon pada pembuatan formula. Hal ini dilakukan untuk mengetahui nilai aktual dari formula optimum sehingga dapat dibandingkan

dengan prediksi yang diberikan oleh program *DX10*.

Setelah dilakukan tahap optimalisasi, selanjutnya program *Design expert* 10.0 akan memberikan prediksi nilai respon dari solusi formula optimum. Selain itu, program *Design expert* 10.0 juga memberikan *confident interval* dan *prediction interval* untuk setiap nilai prediksi respon pada taraf signifikansi 95. Hasil tahapan verifikasi beserta prediksi dari setiap respon dapat dilihat pada Tabel 9.

Berdasarkan verifikasi yang dilakukan dapat diketahui bahwa data hasil verifikasi masih sesuai dengan prediksi yang telah dibuat oleh program *Design expert 10.0* pada respon kadar air dan kadar gula total. Hal ini ditunjukkan oleh respon kadar air dan kadar protein telah memenuhi 95% *Confident Interval* yang telah diprediksikan oleh program *Design expert 10.0*. Respon kadar abu, lemak, karbohidrat, serat kasar dan gula total tidak memenuhi 95% *Confident Interval* yang telah diprediksikan oleh program *Design expert 10.0*.

Tabel 9. Hasil tahapan verifikasi beserta prediksi dari setiap respon

Respon	Hasil		C _{for Mean}		99% of Population	
	Prediksi	Laboratorium	95% CI low	95% CI high	95% TI low	95% TI high
Kadar Air	4,06	3,90	3,49	4,63	2,16	5,96
Kadar Abu	1,70	2,64	1,55	1,94	0,85	2,64
Protein	13,20	12,69	13,08	13,30	12,82	13,56
Lemak	3,72	3,62	3,46	3,98	2,50	4,93
Karbohidrat	58,13	41,36	57,62	58,64	55,74	60,52
Serat Kasar	1,68	0,24	1,42	1,95	0,57	2,79
Gula Total	16,17	16,16	15,86	16,48	14,70	17,63

Tabel 10. Karakteristik fisik produk bubur MP-ASI dari formula optimum.

No	Parameter	Satuan	Hasil
1	Daya Serap Air	%	180,4
2	Waktu Rehidrasi	Detik	214
3	Uji Warna		L*= 80,18
			a*= 3,43
			b*= 17,45
			H= 78,86
			C= 17,78

Karakteristik Bubur Instan MP-ASI Sorgum Putih dan Wortel Hasil Optimalisasi.

Hasil karakterisasi berupa respon fisik, kimia dan organoleptik. Karakteristik produk bubur MP-ASI dengan formula yang sudah dioptimalisasi dapat dilihat pada Tabel 10, 11 dan 12.

Daya serap air makanan instan penting diperhatikan karena berhubungan dengan konsistensi. Komposisi bahan dalam formula bubur mempengaruhi daya serap air, salah satunya adalah kadar karbohidrat dan protein yang tinggi. Karbohidrat mampu menyerap air hingga enam kali daya serap protein, sementara protein menyerap air terutama melalui gugus-gugus polar dalam sisi asam aminonya (Mirdhayati, 2004).

Waktu rehidrasi bubur berkaitan dengan kemampuan partikel bubur untuk menyerap air yang ditambahkan. Mirdhayati (2004) melaporkan bahwa lama penyerapan air bubur instan sangat dipengaruhi ukuran dan sebaran partikel bubuk, proses pencampuran bahan, serta komposisi bahan penyusun. Waktu rehidrasi dapat ditingkatkan dengan pengadukan.

Wortel merupakan umbi yang berwarna jingga karena adanya kandungan betakaroten. Betakaroten berwarna kuning-jingga dan terabsorpsi dalam spektra *visible* (Lestario *et al.*, 2010). Semakin tinggi konsentrasi *puree* wortel yang ditambahkan dalam bahan, maka produk

pangan yang dihasilkan akan memiliki warna yang semakin jingga.

Bubur bayi instan dengan nilai densitas yang tinggi sangat diharapkan karena produk dengan kepadatan nilai gizi tinggi akan menempati volume ruang yang kecil pada lambung bayi. Wirakartakusumah dkk. (1992) menyatakan salah satu parameter yang mempengaruhi densitas kamba adalah kadar air. Semakin tinggi kadar air, densitas kamba pun juga tinggi, sebab air dalam bahan dapat mengganggu dan menguraikan struktur protein sehingga butiran bahan menjadi *porous*. Umumnya bubur komersil memiliki nilai densitas kamba 0,59 g/ml, hal ini menunjukkan bubur komersil memiliki sifat lebih kamba dibandingkan bubur MPASI sorgum. Karakteristik *pasting* dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya sumber pati, ukuran granula pati, keberadaan komponen terlarut (asam, gula, lemak, protein dan enzim), suhu pemasakan dan proses pengadukan (Kusnandar, 2011).

Hasil pengujian respon kimia pada Tabel 11, selanjutnya dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI 01-7111.1-2005) tentang makanan pendamping air susu ibu (MP-ASI). Berdasarkan data yang dihasilkan, secara umum beberapa respon kimia telah memenuhi persyaratan mutu SNI tersebut seperti kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar serat kasar, kadar gula total, kadar zat besi, dan kadar kalsium. Namun

Tabel 11. Karakteristik kimia produk bubur MP-ASI dari formula optimum.

No	Parameter	Satuan	Hasil
1.	Kadar Air	%	3,90
2.	Kadar Abu	%	2,64
3.	Protein	%	12,69
4.	Lemak	%	3,62
5.	Karbohidrat	%	41,36
6.	Gula Total	%	16,16
7.	Serat Pangan	%	6,96
8.	Serat Kasar	%	0,24
9.	Zat besi	mg/100 g	6,55
10.	Kalsium	mg/100g	498,23
11.	Beta Karoten	mg/kg	0,24

demikian ada beberapa respon yang belum sesuai yaitu kadar lemak, kadar serat pangan dan kadar betakaroten. Kadar karbohidrat tidak tertera dalam SNI, namun jika dibandingkan dengan bubur komersil berbahan baku beras yang mengandung karbohidrat sebesar 68% (Listyoningrum, 2015), bubur MPASI ini memiliki kandungan karbohidrat yang lebih rendah dibandingkan bubur komersil.

Kadar air bubur instan MP-ASI yang dipersyaratkan menurut SNI 01-7111.1-2005 adalah kurang dari 4% dan hal ini telah terpenuhi. Proses pengeringan mempengaruhi kadar air pada produk. Hall (1957) dan Brooker (1974) menyatakan bahwa pengeringan adalah proses pengambilan atau penurunan kadar air sampai pada batas tertentu sehingga memperlambat laju kerusakan bahan. Proses pengeringan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, kelembaban, kadar air awal dan akhir bahan dan kecepatan udara pengering (Brooker, 1974).

Kadar abu bubur instan MP-ASI juga telah sesuai standar yang digunakan yaitu kurang dari 3,5%. Penentuan kadar abu berhubungan erat dengan kandungan mineral yang terdapat dalam suatu bahan, kemurnian serta kebersihan suatu bahan yang dihasilkan (Harijadi, 1993).

Kadar protein produk telah sesuai standar yang digunakan yaitu berkisar antara 8-22%. Jika dilihat dari prediksi *DX10*, terjadi sedikit penurunan hal ini dapat disebabkan oleh proses pemasakan. Kehilangan protein diakibatkan oleh denaturasi protein dan hilangnya sebagian asam amino tertentu bersamaan dengan senyawa nitrogen lainnya pada pemanasan (Rehman & Shah, 2005). Suhu tinggi mendukung reaksi *Maillard* yang mengarah pada degradasi asam amino seperti lisin yang mudah terdegradasi karena dua kelompok amino reaktif yang tersedia (Singh *et al.*, 2007).

Kadar lemak bubur instan MP-ASI sebesar 3,62%, lebih rendah dari kisaran yang dipersyaratkan oleh SNI yaitu antara 6-15%. Namun demikian nilai ini tidak jauh berbeda dari prediksi *DX10*. Rendahnya kadar lemak dipengaruhi oleh

proses pemanasan dan pengeringan. Komponen gizi lemak berubah disebabkan oleh pecahnya komponen-komponen lemak menjadi produk volatil seperti aldehid, keton, alkohol, asam-asam dan hidrokarbon yang sangat berpengaruh terhadap pembentukan *flavor* (Muchtadi, 1992).

Proses pemanasan dengan suhu yang semakin tinggi akan mengubah bentuk pati yang tergelatinasi sehingga granula pati yang rusak akan semakin banyak. Jumlah fraksi amilosa-amilopektin sangat berpengaruh pada profil gelatinisasi pati. Gelatinasi adalah suatu proses dimana granula pati dapat dibuat membengkak luar biasa tetapi bersifat tidak bisa kembali seperti semula sehingga polimer akan terhidrolisis dan pecah yang menyebabkan terjadinya kerusakan karbohidrat. Karbohidrat yang rusak akan mengakibatkan penurunan kadar karbohidrat (Kurniawan, *et al.*, 2015).

Kadar serat kasar telah sesuai persyaratan SNI yaitu kurang dari 5%. Suhartono (1989) menyatakan selulosa tidak memiliki rantai percabangan dan secara normal berbentuk kristal. Kristal-kristal selulosa tersebut saling bergandengan melalui sejenis gula (bukan glukosa) membentuk rantai panjang yang dinamakan misela. Misela-misela ini dipersatukan oleh ikatan hidrogen. Namun pemanasan selulosa dapat mengurangi atau memutuskan ikatan hidrogen secara terbatas (DeMan, 1997).

Kadar serat pangan tidak sesuai dengan persyaratan SNI yaitu sebesar 5%. Rosidin (2012) melaporkan bahwa pengeringan dapat menghidrolisis karbohidrat sehingga kadar serat menjadi menurun. Selain itu, pati resisten dapat terukur bersama-sama dengan serat dalam bahan pangan. Pati resisten terbentuk dari proses hidrolisis pati yang terjadi akibat pemanasan (Setiarto, 2015).

Kadar gula total bubur instan MP-ASI tersebut sesuai dengan persyaratan SNI 01-7111.1-2005, dimana kandungan gula total tidak lebih dari 30 gram/100 gram. Proses pemasakan dan pengeringan menyebabkan terjadinya hidrolisis sukrosa menjadi monomer penyusunnya, yaitu.

Tabel 12. Karakteristik organoleptik produk bubur MP-ASI dari formula optimum.

No	Parameter	Satuan	Hasil
1.	Warna	(skala 1-6)	4,40
2.	Rasa	(skala 1-6)	4,07
3.	Aroma	(skala 1-6)	4,13
4.	Tekstur (<i>mouthfeel</i>)	(skala 1-6)	4,10

glukosa dan fruktosa atau gula *invert*, sehingga menyebabkan hasil gula total meningkat (Wieenam dan Shallenberger, 1987). Pati yang terhidrolisis juga dapat meningkatkan kadar gula total.

Kadar betakaroten bubur instan MP-ASI tersebut tidak sesuai dengan persyaratan SNI 01-7111.1-2005, dimana kandungan vitamin A tidak kurang dari 250 RE/100 gram dan tidak lebih dari 700 RE/100 gram. Berdasarkan penelitian D’Evoli, *et.al.*, (2013), kandungan betakaroten akan mengalami penurunan setelah melalui proses pemanasan. Suman dan Krishnankumari (2002) menemukan bahwa 52% betakaroten hilang dalam proses pengeringan menggunakan *cabinetdryer*.

Kadar zat besi pada bubur instan MP-ASI telah sesuai dengan persyaratan SNI 01-7111.1-2005, dimana kandungan besi (Fe) pada bubur tidak kurang dari 5 mg/100 gram dengan ketersediaan hayati (*bioavailability*) 5%. Kadar kalsium telah sesuai dengan persyaratan SNI 01-7111.1-2005, dimana kandungan kalsium pada bubur tidak kurang dari 200 miligram/100 gram

Karakteristik organoleptik produk bubur MP-ASI dari formula optimum ditunjukkan pada Tabel 12. Berdasarkan hasil uji hedonik atribut warna, bubur bayi instan sorgum putih dan wortel memiliki rata-rata penilaian sebesar 4,4 yang berarti dalam hal atribut warna disukai oleh panelis. Warna kuning cerah yang dihasilkan berasal dari bahan baku wortel. Wortel mengandung betakaroten yang berwarna oranye. Semakin panjang ikatan betakaroten, maka semakin oranye warna bahan makanan. Warna oranye tersebut dapat berkurang apabila dilakukan pemanasan bahan makanan (Britton, 1995).

Berdasarkan hasil uji hedonik atribut rasa, bubur bayi instan sorgum putih dan wortel memiliki rata-rata penilaian sebesar 4,067 yang berarti dalam hal atribut rasa disukai oleh panelis. Bubur bayi instan yang dihasilkan memiliki rasa manis dan gurih. Rasa manis berasal dari pemakaian gula dan wortel, sementara susu skim memberikan rasa gurih.

Berdasarkan hasil uji hedonik atribut aroma, bubur bayi instan sorgum putih dan wortel memiliki rata-rata penilaian sebesar 4,133 yang berarti dalam hal atribut aroma disukai oleh panelis. Wortel memiliki aroma langu, menurut Heatherbell *et al.* (1971) dalam Alabran dan Mabrouk (1973), aroma khas wortel mentah karena sebagian besar mengandung komponen volatil dan kemungkinan aroma wortel dapat dihasilkan dari senyawa prekursor ketika bereaksi dengan enzim pembentuk rasa. Aroma langu dapat diminimalkan dengan penambahan bahan baku lainnya yang dapat memberikan bau sedap seperti penambahan susu (Santoso, 2013).

Berdasarkan hasil uji hedonik atribut tekstur, bubur bayi instan sorgum putih dan wortel memiliki rata-rata penilaian sebesar 4,1 yang berarti dalam hal atribut tekstur disukai oleh panelis. Pengayakan bubur instan MP-ASI menggunakan ayakan 80 mesh, sehingga produk yang dihasilkan sama rata dan halus.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil optimalisasi formula bubur bayi instan MP-ASI berbahan dasar sorgum putih dan wortel dengan menggunakan aplikasi *Design expert* 10.0 didapatkan nilai kesukaan formula optimum berdasarkan analisis adalah 0,567. Nilai kesukaan lebih dari 0,5 sudah cukup memadai dengan formula optimum terdiri atas tepung sorgum putih

sebesar 12,76% dan wortel sebesar 6,44%. Hasil karakterisasi produk yang dihasilkan dari formula optimum secara fisik, kimia dan organoleptik dapat disimpulkan bahwa formulasi bubuk instan perlu dilakukan reformulasi untuk memenuhi kebutuhan kadar lemak, kadar serat pangan dan kadar beta karoten.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada mahasiswa teknologi pangan Universitas Pasundan yang telah banyak membantu selama penelitian ini berlangsung. Kami juga menyampaikan terima kasih kepada staf Laboratorium Teknologi Pangan Universitas Pasundan serta Laboratorium Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia yang telah membantu selama proses berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Afify, A.E.M.R., EL-Betagi, H.S., El-Salam, S.M.A., & Omran, A.A.(2012). Biochemical changes in phenols, flavonoids, tannins, vitamin E, β -carotene and antioxidant activity during soaking of three white sorghum varieties. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(3), 203-209.
- Alabran, D.M. & Mabrouk, A.M. (1973). Carrot flavor, sugars and free nitrogenous compounds in fresh carrots. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 21, 205-208.
- Britton, G., Jansen, S.L., & Pfander, H.(1995). *Carotenoids: Isolation and analysis*. Volume 1A. Basel: Academic Press inc.
- Codex Alimentarius. (1989). *Standard for sorghum flour: Cxs 173-1989*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- AOAC. (2005). *Official methods of analysis of the association of official analytical chemist*. Washington.
- Brooker, D.B. (1974). *Drying cereal grain*. Connecticut: The AVI Publishing Company Inc. Westport.
- D'Evoli, L., Lombardi-Boccia, G., & Lucarini, M. 2013. Influence of heat treatments on carotenoid content of cherry tomatoes. *Foods*, 2, 352–363.
- De Man, John M. (1997). *Kimia makanan*. Edisi Kedua. Diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata. Bandung: ITB.
- Direktorat Budidaya Serealia. (2012). *Kebijakan direktorat jendral tanaman pangan dalam pengembangan komoditas jagung, sorgum dan gandum*. Jakarta: Direktorat Jendral Tanaman Pangan. Kementan RI.
- Fellow, P. J. (1992). *Food processing technology: principles and practice*. New York: Ellis Horwood.
- Hall, C.W. (1957). *Drying farm crops*. East Lansing, Michigan: Agricultural Consulting Associates, Inc.
- Harijadi, W. (1993). *Ilmu kimia analitik dasar*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Heatherbell, D.A. & Wrolstad, R.E. (1971). Carrot volatiles: Characterization and effects of canning and freeze-drying. *Journal of food science*, 36, 219-224.
- Imdad, A., Ahmed, Z., & Bhutta, Z. (2016). Vitamin A supplementation for the prevention of morbidity and mortality in Infants one to six months of age. *Cochrane Database Syst Rev*, 9. doi: 10.1002/14651858.CD007480.pub3.
- Kurniawan, F., Hartini, S., & Hastuti, D.K.A. K. (2015). Pengaruh pemanasan terhadap kadar pati dan kadar gula reduksi pada tepung biji nangka (*Artocarpus heterophyllus*). *Jurnal Kimia Pangan*, 11, 5-10.
- Kusnandar, F. (2011). *Kimia pangan komponen makro*. Jakarta: PT Dian Rakyat.
- Lestario, L.N., Indrati, N., & Dewi, L. (2010). Fortifikasi mi dengan tepung wortel. *Prosiding Seminar Nasional Sains*. Salatiga: Universitas Kristen Satya Wacana.
- Listyoningrum, H. & Harijono. (2015). Optimasi susu bubuk makanan pendamping ASI (MP-ASI). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3, 1202-1312.
- Mirdhayati, I. (2004). *Formulasi dan karakterisasi sifat-sifat fungsional bubuk garut (Maranta arundinaceae Linn) instan sebagai makanan*

- pendamping air susu ibu (MP-ASI)*. Tesis. Insititut Pertanian Bogor, Bogor.
- Muchtadi, D., Palupi, N.S., & Astawan, M. (1992). *Metode kimia biokimia dan biologi dalam evaluasi nilai gizi pangan olahan*. Bogor: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi.
- Nugraha, D. (2014). *Optimasi formulasi food bar berbahan tambahan (isolat soy protein, dekstrin dan madu) menggunakan program design expert metodaD-optimal*. Skripsi. Universitas Pasundan, Bandung.
- Parizkova, J. (2010). *Nutrition, physical activity, and health in early life*. 2nd edition. New York: CRC Press.
- Poedjiadi, A. (2005). *Dasar-dasar biokimia*. Jakarta: UI Press
- Rehman, Z. & Shah, W.H. (2005). Thermal heat processing effects on antinutrients, protein and starch digestibility of food legumes. *Food Chemistry*. 91(2), 327–331.
- Rukmana, R. (2005). *Bertanam Wortel*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius
- Setiarto, R.H.B., Jenie, B.S.L., Faridah,D.N., & Saskiawan, I. (2015). Kajian peningkatan pati resisten yang terkandung dalam bahan pangan sebagai sumber prebiotik. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 20(3), 191-200.
- Rosidin, Yulianti, K., & Hanggita, S. (2012). Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap mutu silase limbah pengolahan kodok beku (*Rana sp.*) yang dikeringkan dengan penambahan dedak padi. *Jurnal Fishtech*, 1 (1), 78-90.
- Santoso, E.B., Basito, B., & Muhammad, D.R.A., (2013). Pengaruh penambahan berbagai jenis dan konsentrasi susu terhadap sifat sensoris dan sifat fisikokimia puree labu kuning (*Cucurbita moschata*). *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(3), 15-26.
- Septiana, R., Djannah, R.S.N., & Djamil, M.D. (2010). Hubungan antara pola pemberian pendamping ASI (MP-ASI) dan status gizi balita usia 6-24 bulan di wilayah kerja puskesmas Gedongtengen Yogyakarta. *KES MAS*, 4(2), 118–24.
- Singh, S., Gamlath, S., & Wakeling, L. (2007). Nutritional aspects of food extrusion. *International Journal of Food Science and Technology*, 42, 916-929.
- Sirappa, M.P. (2003). Prospek pengembangan tanaman sorgum di Indonesia sebagai komoditas alternatif bahan pangan dan industri. *Jurnal Litbang Pertanian*, 22(44), 133-140.
- Soekarto, S.T. (1985). *Penilaian organoleptik (untuk industri pangan dan hasil pertanian)*. Jakarta: Bharata Karya Aksara.
- Sommer, A., Husaini, G., Tarwotjo, I., & Susanto, D. (1983). Increased mortality in children with mild vitamin A deficiency. *Lancet*, 2(8350), 585– 588.
- Standar Nasional Indonesia. (2005). SNI01-7111.1-2005: *Makanan pendamping air susu ibu (MP-ASI)-Bagian I : Bubuk Instan*. Jakarta: BSN.
- Suarni. (2004). Pemanfaatan tepung sorgum untuk produk olahan. *J. Litbang Pertanian*, 23(4), 146-147.
- Sudarmadji, S.B., Haryono & Suhardi. (1987). *Prosedur analisis untuk bahan makanan dan pertanian*. Liberty: Yogyakarta.
- Suman, M. & Kumari, K.A. (2002). Study on sensory evaluation, betacaton retention and shelf-life of dehydrated carrot products. *Jurnal Food Science Technology*, 39, 667-681.
- Suhartono, M.T. (1989). *Enzim dan bioteknologi*. Bogor: IPB Press.
- Sunaryono, H. (1990). *Kunci bercocok tanam sayur-sayuran penting di Indonesia (Produksi hortikultura II)*. Bandung: Penerbit Sinar Baru.
- Tamrin, R. & Pujilestari, S. (2016). Karakteristik bubur bayi instan berbahan dasar tepung garut dan tepung kacang merah. *KONVERSI*, 5(2), 49 – 58. ISSN 2252-7311.
- USDA. (2008). *Classification for kingdom plantae down to species Sorghum bicolor (L.) Moench*. <http://plants.usda.gov>. (Diakses tanggal 28 Agustus 2018).
- Vogel, S. & Graham, M. (1979). *Sorghum and millet: food production and use*. Ontario: Int. Dev. Res. Cent. Pub. IDRC.

- Wahyudi. (2012). *Optimalisasi formula produk ekstrusi snack makaroni dari tepung sukun (Artocarpus altilis) dengan metode desain campuran (Mixture design)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Wheeler, E.L. & Ferrel, R.E. (1971). A method for phytic acid determination in wheat and wheat fractions. *Cereal Chemistry*, 48, 312-320.
- Wienenam, W.J. & Shallenberger, R.S. (1987). *Influence of acid and temperatur on the rate of infersion of sucrosa*. New Delhi.
- Wirakartakusumah, M.A., Abdullah, K., & Syarief, A.M. (1992). *Sifat fisik pangan*. Bogor: PAU Pangan Gizi IPB.
- Zubair, A. (2016). *Sorgum: tanaman multi manfaat*. Bandung: Unpad Press.