

**OPTIMASI FORMULA KWETIAU TEPUNG KOMPOSIT (Tepung Beras Hitam, Tepung Cangkang Kepiting Rajungan, Tepung Wortel)
MENGUNAKAN *DESIGN EXPERT* METODE *MIXTURE D-OPTIMAL*
DAN PENDUGAAN UMUR SIMPANNYA**

ARTIKEL

*Karya Ilmiah Untuk Memperoleh Gelar Magister
Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh :

Al Rivan Marsyah Dzikri
188050001



**PROGRAM STUDI PASCASARJANA
MAGISTER TEKNOLOGI PANGAN
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2022**

OPTIMASI FORMULA KWETIAU TEPUNG KOMPOSIT (Tepung Beras Hitam, Tepung Cangkang Kepiting Rajungan, Tepung Wortel) MENGGUNAKAN *DESIGN EXPERT* METODE *MIXTURE D-OPTIMAL* DAN PENDUGAAN UMUR SIMPANNYA

Al Rivian Marsyah Dzikri*)
Nana Sutisna Achyadi**), dan Yusep Ikrawan***)

*)Mahasiswa Magister Teknologi Pangan Universitas Pasundan, Bandung

***)Dosen Pembimbing Utama, ***)Dosen Pembimbing Pendamping

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan formulasi yang optimal pada produk kwetiau tepung komposit (tepung beras hitam, tepung cangkang kepiting rajungan, dan tepung wortel) dengan menggunakan program *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* dan mengetahui umur simpannya.

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap. Tahap 1 yaitu pembuatan tepung dan analisis bahan baku utama (tepung beras hitam, tepung cangkang kepiting rajungan, dan tepung wortel). Tahap 2 yaitu penetapan formula optimal dengan menggunakan program *Design Expert* metode *Mixture D – Optimal* melalui pengukuran respon kimia (kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar serat kasar, kadar karbohidrat), respon fisik (daya serap air), dan respon organoleptik (warna, aroma, tekstur, dan rasa). Tahap 3 yaitu pendugaan umur simpan terhadap kwetiau tepung komposit (tepung beras hitam, tepung cangkang kepiting rajungan, dan tepung wortel) formula optimum dengan menggunakan metode ASLT pendekatan Arrhenius dengan suhu penyimpanan 5°C, 30°C, 45°C selama 4 hari. Kadar air dan angka TBA dijadikan sebagai parameter pengukuran.

Formula optimum yang diperoleh berdasarkan program *Design Expert* metode *Mixture D – Optimal* memiliki nilai *Desirability* 0,714 dengan prediksi nilai respon kimia kadar air 58,773%, kadar abu 1,229%, kadar protein 7,257%, kadar lemak 6,412%, kadar karbohidrat 18,063%, dan kadar serat kasar 1,511%. Respon fisik daya serap air 67,539%. Respon organoleptik atribut warna 4,69, aroma 5,40, tekstur 4,78, dan rasa 4,91. Kadar air ditetapkan sebagai parameter kritis pada pendugaan umur simpan kwetiau tepung komposit formula optimum. Umur simpan pada suhu 5°C, 30°C, dan 45°C masing – masing adalah 12 jam, 8 jam, dan 7 jam.

Kata kunci : kwetiau, tepung beras hitam, tepung cangkang kepiting rajungan, tepung wortel, *design expert*, umur simpan.

OPTIMIZATION FORMULA USING *DESIGN EXPERT MIXTURE D – OPTIMAL METHOD* AND SHELF LIFE TEST OF RICE NOODLE COMPOSITE (BLACK RICE FLOUR, CRAB SHELL FLOUR, AND CARROT FLOUR)

Al Rivan Marsyah Dzikri*)
Nana Sutisna Achyadi**), dan Yusep Ikrawan***)

*) Master of Food Technology, Pasundan University, Bandung

) Main Advisory Lecturer, *) Companion Advisor

ABSTRACT

The purpose of this study was to produce an optimal formulation of composite flour kwetiau products (black rice flour, crab shell flour, and carrot flour) using the Design Expert program with the D-Optimal Mixture method and determine the shelf life.

This research consists of three stages. Stage 1 is the manufacture of flour and analysis of the main raw materials (black rice flour, crab shell flour, and carrot flour). Stage 2 is the determination of the optimal formula using the Design Expert program with the Mixture D – Optimal method by measuring the chemical response (water content, ash content, protein content, fat content, crude fiber content, carbohydrate content), physical response (water absorption), and organoleptic response (color, aroma, texture, and taste). Stage 3 is estimating the shelf life of composite flour kwetiau (black rice flour, crab shell flour, and carrot flour) optimum formula using the ASLT method with the Arrhenius approach with storage temperatures of 5 ° C, 30 ° C, 45 ° C for 4 days. The water content and TBA number were used as measurement parameters.

The optimum formula obtained based on the Design Expert program with the Mixture D – Optimal method has a Desirability value of 0.714 with a predicted chemical response value of 58.773% water content, 1.229% ash content, 7.257% protein content, 6.412% fat content, 18.063% carbohydrate content, and fiber content. roughly 1.511%. Physical response to water absorption is 67.539%. The organoleptic response of color attributes is 4.69, aroma is 5.40, texture is 4.78, and taste is 4.91. Moisture content was determined as a critical parameter in estimating the shelf life of kwetiau composite flour with the optimum formula. Shelf life at 5 ° C, 30 ° C, and 45 ° C is 12 hours, 8 hours, and 7 hours, respectively.

Keywords: rice noodle, black rice flour, crab shell flour, carrot flour, expert design , shelf life.

PENDAHULUAN

Beras merupakan salah satu makanan pokok masyarakat Indonesia. Beras yang biasa dikonsumsi masyarakat adalah beras putih, beras merah, dan beras hitam. Sekarang ini, beras hitam menjadi semakin digemari di kalangan masyarakat pada umumnya karena beras hitam merupakan beras yang memiliki

pigmen yang paling baik dibandingkan beras putih dan beras merah. Bagian aleuron dan endosperma beras hitam memproduksi pigmen antosianin dengan intensitas tinggi sehingga warna beras menjadi ungu pekat, mendekati hitam.

Antosianin merupakan komponen zat aktif kelompok flavonoid yang berperan sebagai antioksidan dan baik bagi kesehatan tubuh manusia

(Indrasari *et al.*, 2010). Selain itu, pigmen tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pewarna alami untuk meningkatkan kualitas produk pangan. Beras hitam juga memiliki rasa dan aroma yang menarik (Suardi dan Iman, 2009).

Menurut Multazam (2002), dalam satu ekor rajungan menghasilkan limbah proses yang terdiri dari 57% cangkang, 3% body reject, dan air rebusan 20%. Rajungan dengan bobot 100-350 gram, menghasilkan limbah cangkang rajungan antara 51-150 gram. Jika produksi rajungan mencapai 600 kg/hari menghasilkan daging rajungan 250 kg sedangkan 350 kg merupakan limbah padat berupa capit dan cangkang. Meningkatnya limbah cangkang rajungan akan berdampak terhadap pencemaran lingkungan apabila tidak ditangani. Pemanfaatan limbah cangkang rajungan merupakan solusi dalam menanggulangi masalah pencemaran lingkungan dan salah satu upaya untuk mengurangi volume limbah yang terus meningkat. Komoditas perikanan yang juga menghasilkan limbah adalah rajungan. Pemanfaatan rajungan biasanya hanya diambil bagian dagingnya. Berdasarkan data Departemen Kelautan dan Perikanan (2005), ekspor rajungan beku sebesar 2813,67 ton tanpa cangkang dan rajungan tidak beku (bentuk segar maupun dalam kaleng) sebesar 4312,32 ton.

Wortel merupakan salah satu komoditas yang potensial untuk dikembangkan. Umbi wortel memiliki banyak manfaat dalam bidang kesehatan maupun dalam industri pangan. Masyarakat Indonesia biasanya memanfaatkan umbi wortel sebagai sayuran dalam masakan, jus ataupun sebagai salad. Banyaknya kandungan gizi dalam umbi wortel sendiri menjadi kelebihan dari umbi wortel. Terlebih lagi kandungan beta-karoten yang cukup tinggi yang terkandung dalam wortel dapat dijadikan bentuk lain seperti tepung wortel sehingga dapat dibuat variasi makanan yang lain. Pada kandungan nilai gizi wortel per 100 gram terdapat kadar protein 0,6 gram, lemak

0,1 gram, karbohidrat 8,2 gram, kalsium 32 mg, fosfor 28 mg, Besi 0,9 mg, sodium 7 mg, serat 1,8 gram, abu 0,6 gram, vitamin A 12000 SI, vitamin B-6 0,1 mg, vitamin C 9,4 mg, vitamin K 9,4 mcg, niacin 0,60 mg, dan air 90,4 gram (Pertiwi, 2013).

Tepung tapioka (amilum) salah satu bentuk olahan ketela pohon (*Manihot utilissima*), yang banyak mengandung karbohidrat serta mengandung molekul amilosa sebanyak 17% dan amilopektin 83% dari seluruh pati. Perbandingan antara amilosa dan amilopektin memberikan karakter tingkat kekenyalan bahan makanan, semakin tinggi amilopektin memberikan sifat semakin kenyal bahan makanan yang bersangkutan (Winarno, 1982).

Tapioka merupakan pati yang diekstrak dengan air dari umbi singkong. Setelah disaring, bagian cairan dipisahkan dengan ampasnya. Cairan hasil saringan kemudian diendapkan. Bagian yang mengendap tersebut selanjutnya dikeringkan dan digiling hingga diperoleh butiran – butiran pati yang disebut tapioka. Sifat – sifat tepung tapioka yang manis dengan amilopektin dan fungsi tepung tapioka sebagai pengikat formula (Winarno, 1982).

Menurut Dendy *et al* (2001). Definisi tepung komposit terbagi menjadi dua. Pertama, tepung komposit merupakan campuran dari terigu dan tepung lain untuk pembuatan produk – produk rototian, yang memerlukan pengembangan ataupun tidak, dan produk pasta; kedua, tepung komposit secara keseluruhan adalah campuran tepung non terigu sebagai pengganti satu jenis tepung untuk tujuan tertentu, baik tradisional maupun modern. Penggunaan tepung komposit memiliki dua fungsi, yaitu untuk mengurangi atau menghilangkan penggunaan gandum atau bahan pangan pokok lain dan untuk mengubah karakteristik gizi produk, misalnya dengan memperkaya kandungan protein, vitamin, atau mineral.

Menurut Pradhan *et al* (2017), *mixture experiment* merupakan

kumpulan dari teknik matematika dan statistika yang berguna untuk permodelan dan analisis masalah suatu respon yang dipengaruhi oleh beberapa variabel. Salah satu tujuan penggunaan perancangan percobaan ini adalah untuk mengoptimalkan respon yang diinginkan.

Design Expert digunakan untuk optimasi proses dalam respon utama yang diakibatkan oleh beberapa variabel dan tujuannya adalah optimasi respon tersebut. *Design Expert* menyediakan beberapa pilihan desain dengan fungsinya masing – masing, salah satunya adalah *Mixture Design* yang berfungsi untuk menemukan formulasi optimal (Bas dan Boyaci, 2007).

Penelitian ini menggunakan program *Design Expert* metode *Mixture D-optimal* yang digunakan untuk membantu mengoptimalkan produk atau proses. Program *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* ini mempunyai kelebihan dibandingkan program olahan data yang lain yaitu ketelitian program ini cukup tinggi, lebih fleksibel, dan juga menyediakan fitur- fitur statistik yang memudahkan dalam pengoperasiannya (Tiaraswara, 2016).

Metode ASLT (*Accelerated Shelf Life Test*) adalah salah satu metode penentuan umur simpan produk dengan cara mempercepat perubahan mutu pada parameter kritis. Metode ini menggunakan kondisi lingkungan yang dapat mempercepat reaksi penurunan mutu produk pangan. Produk pangan disimpan pada kondisi suhu ekstrim, sehingga parameter kritisnya mengalami penurunan mutu akibat pengaruh panas. Prinsip metode ini kondisi penyimpanan diatur di luar kondisi normal sehingga produk dapat lebih cepat rusak dan penentuan umur simpan dapat ditentukan (Arpah dan Syarief, 2000).

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan formulasi yang optimal pada kwetiau tepung komposit (tepung beras hitam, tepung cangkang kepiting rajungan, dan tepung wortel) dengan menggunakan program *Design Expert*

metode *Mixture D-Optimal* dan mengetahui umur simpannya.

Manfaat Penelitian

1. Menambah khasanah ilmu pengetahuan.
2. Sebagai upaya mendukung teknologi diversifikasi pangan dalam mengembangkan bahan pangan lokal yang tidak dimanfaatkan dengan maksimal.
3. Sebagai alternatif produk dalam memperluas pasar dan meningkatkan nilai jual dari cangkang kepiting rajungan.
4. Memberikan informasi mengenai formulasi optimal kwetiau tepung komposit (tepung beras hitam, tepung cangkang kepiting rajungan, dan tepung wortel) dan umur simpannya baik dikembangkan untuk menjadi produk maupun karya ilmiah lainnya.

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini direncanakan pada bulan Januari 2022 sampai dengan Juli 2022, bertempat di Laboratorium Penelitian Jurusan Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan, Jl. Setiabudi No.193 Bandung.

BAHAN, ALAT, DAN METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan utama yang digunakan adalah tepung beras hitam, cangkang kepiting rajungan, wortel, tepung beras putih, tepung tapioka, air, minyak goreng, dan garam.

Bahan yang digunakan untuk analisis kadar protein adalah K_2SO_4 , HgO , H_2SO_4 , H_3BO_3 , indikator (campuran 2 bagian metil merah 0,2% dalam alkohol dan 1 bagian metilen blue 0,2% dalam alkohol), $NaOH-Na_2S_2O_3$ dan HCl .

Bahan kimia yang digunakan untuk analisis kadar pati adalah aquadest, HCl pekat, $NaOH$ 30%, larutan *Luff Schoorl*, $H_2SO_4 6N$, KI padat, larutan amilum, dan $Na_2S_2O_3$ 0,1 N.

Alat – alat yang digunakan untuk proses adalah timbangan, pisau, baskom, alat pencetak mie, blender, timbangan analitik, alat pengayak, panci, alat pengaduk, sendok stainless steel, dan plastik.

Alat – alat yang digunakan untuk analisis kadar air adalah cawan penguap, oven, eksikator, neraca digital.

Alat – alat yang digunakan untuk analisis kadar protein adalah neraca digital, labu Kjedadhl, batu didih, alat destilasi, labu Erlenmeyer, dan alat titrasi.

Alat – alat yang digunakan untuk analisis kadar pati adalah labu Erlenmeyer, labu ukur, pipet tetes, corong pemisah, dan alat titrasi.

Alat – alat yang digunakan untuk organoleptik adalah piring kertas, sendok plastik, kertas pengamatan.

Metode Penelitian

A. Penelitian Tahap 1

Penelitian tahap 1 yang dilakukan adalah pembuatan tepung beras hitam, tepung cangkang kepiting rajungan, dan tepung wortel, lalu dianalisis bahan baku untuk mengetahui kualitas dan nilai gizi yang terdapat pada bahan baku. Adapun analisis yang akan dilakukan diantaranya analisis kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat (Sudarmadji, 1996).

B. Penelitian Tahap 2

Penelitian tahap 2 adalah pembuatan rancangan dan respon yang akan diformulasikan menggunakan *Design Expert* ver.11 metode *Mixture D-Optimal* sebagai variabel berubah dan variabel tetap terlebih dahulu. Variabel berubah yang ditetapkan yaitu tepung beras hitam, tepung cangkang kepiting rajungan, dan tepung wortel sebanyak 40%, sedangkan untuk variabel tetapnya adalah tepung beras putih 30%, tepung tapioka 23,34%, minyak goreng 4,5%, dan garam 2,16% untuk penggunaan air yaitu 1 : 1 dari volume/berat bahan.

Tabel 1. Rancangan Variabel Berubah

Var. Berubah	Low (%)	High (%)
Tepung Beras Hitam	20	30
Tepung Cangkang Kepiting Rajungan	5	10
Tepung Wortel	5	10

Keterangan : Bahan sudah melakukan proses penepungan

Tabel 2. Output Formula untuk Dianalisis

Formulasi	Tepung Beras Hitam	Tepung Cangkang Kepiting Rajungan	Tepung Wortel
F1	23,30	10,00	6,70
F2	29,25	5,00	5,75
F3	24,90	7,24	7,86
F4	22,87	8,56	8,57
F5	23,31	6,69	10,00
F6	26,77	5,00	8,23
F7	26,89	8,11	5,00
F8	25,18	9,82	5,00
F9	25,00	5,00	10,00
F10	20,71	9,29	10,00
F11	27,39	6,29	6,32

Rancangan variabel berubah dapat diamati pada Tabel 1 dan *output* hasil perancangan pada Tabel 2. Respon yang diukur yaitu Respon kimia kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, kadar serat kasar. Respon fisik daya serap air. Respon organoleptik warna, aroma, tekstur rasa.

C. Penelitian Tahap 3

Penelitian tahap 3 dilakukan pendugaan umur simpan pada kwetiau tepung komposit formula terpilih hasil optimasi menggunakan *Design Expert*. Pendugaan umur simpan dilakukan dengan menggunakan metode ASLT (*Accelerated Shelf Life Testing*) dengan model Arrhenius.

Pengujian dilakukan suhu penyimpanan yaitu 5°C, 30°C, dan 45°C dan dilakukan pengukuran parameter uji setiap 1 hari selama 4 hari sehingga diperoleh 4 titik pengujian (minggu ke –

0, 1, 2, 3, dan 4). Parameter yang diukur yaitu kadar air dan angka TBA. Untuk menetapkan nilai akhir mutu dilakukan dengan melalui uji organoleptik *hedonic scale scoring* pada atribut warna, aroma, dan tekstur oleh 10 orang panelis semi terlatih. Produk diasumsikan sudah ditolak oleh konsumen apabila 50% panelis memberikan nilai 3 (agak tidak suka).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian Tahap 1

Penelitian tahap 1 merupakan tahap awal yang dilakukan, yaitu pembuatan tepung beras hitam, tepung cangkang rajungan dan tepung wortel bertujuan untuk menyediakan bahan baku yang akan digunakan pada penelitian tahap 2, sedangkan analisis kimia bahan baku bertujuan untuk mengetahui nilai gizi yang terkandung dalam bahan baku sebelum dan setelah menjadi produk.

Pembuatan Tepung

A. Tepung Beras Hitam

Beras hitam dicuci 2 kali pencucian dengan air mengalir sampai bersih dan direndam selama 30 menit setelah direndam dilakukan penirisan selama 30 menit setelah ditiriskan beras hitam digiling dengan mesin penggiling dan diayak dengan ayakan ukuran 80 – 100 mesh, setelah digiling tepung beras hitam dikeringkan menggunakan cabinet dryer dengan suhu 50°C selama 1,5 jam lalu lakukan penimbangan.

B. Tepung Cangkang Kepiting Rajungan

Cangkang rajungan direbus selama 30 menit dan dibersihkan dengan air bersih, kemudian dilakukan pengecilan ukuran 1 – 2 cm, setelah dilakukan pengecilan ukuran dihidrolisis dengan NaOH (Natrium hidroksida) 1N pada suhu 60 – 65°C selama 1 jam. Cangkang rajungan yang telah dihidrolisis dinetralkan dengan menggunakan air bersih sampai mencapai pH 5 – 6, kemudian dilakukan sterilisasi pada suhu 121°C selama 15

menit. Cangkang yang dihasilkan kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 50 – 60°C menggunakan *Cabinet Dryer* selama 6 – 12 jam, setelah kering dilakukan penggilingan menggunakan blender atau mesin giling, pengayakan 100 mesh, dan penimbangan.

C. Tepung Wortel

Untuk pembuatan tepung wortel, bahan didapatkan dari Pasar Andir, Ciroyom, Bandung dengan ukuran rata – rata 20 gram dan umur panen ± 3 bulan, wortel dicuci sampai bersih lalu dipotong kedua ujungnya dan kulitnya, dipotong dengan ketebalan kurang lebih 5 mm. *Blanching*, penggilingan, pengeringan 50 – 60°C dengan menggunakan *cabinet dryer* selama 6 – 12 jam, pengayakan 100 mesh dan penimbangan

Analisis Kimia Bahan Baku.

Analisa kimia bahan baku dilakukan untuk mengetahui kandungan bahan dari komponen kimia yang terkandung dalam bahan baku utama yaitu tepung beras hitam, tepung cangkang kepiting rajungan dan tepung wortel, yang nantinya akan dijadikan perbandingan nilai gizi sebelum dan sesudah menjadi produk. Analisis bahan baku (tepung beras hitam, tepung cangkang kepiting rajungan, tepung wortel) yang dilakukan yaitu, analisis kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, dan kadar karbohidrat. Hasil analisis terhadap tiga jenis bahan baku dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 3. Hasil Penelitian Tahap 1

No.	Respon	Bahan Baku		
		Tepung Beras Hitam	Tepung Cangkang Kepiting Rajungan	Tepung Wortel
1	Kadar Air	7,08%	4,51%	8,28%
2	Kadar Abu	1,13%	56,09%	4,15%
3	Kadar Protein	9,77%	16,35%	9,51%
4	Kadar Lemak	9,23%	1,21%	2,38%
5	Kadar Karbohidrat	64,37%	6,21%	59,48%

Hasil Penelitian Tahap 2

Tahapan penelitian ini dilakukan dengan pembuatan sari buah beipolai berdasarkan output perancangan desain penelitian yaitu perancangan variabel berubah beserta persentase total variabel berubah yang digunakan dalam produk dan rentang batasannya pada *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal*. *Output* desain penelitian tersebut berupa 11 formulasi yang berbeda. Kesebelas formulasi tersebut akan dilakukan analisis fisika, kimia dan organoleptik, semua data hasil analisis diinput kedalam aplikasi sehingga akan didapat formulasi optimal dari *Design Expert*.

A. Hasil Analisis Respon Kimia

1. Kadar Air

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan oleh program *Design Expert II* metode *Mixture D - Optimal*, didapatkan bahwa model polinomial dari respon kadar air adalah *cubic*. Analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa model yang direkomendasikan (*cubic*) **tidak signifikan**, aaaaadengan nilai p “prob>F” lebih besar dari 0,05 yaitu 0,0556. Berdasarkan data yang diperoleh dapat diketahui bahwa ketiga komponen A (tepung beras hitam), B (tepung cangkang kepiting rajungan) dan C (tepung wortel) memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap respon kadar air. Artinya formulasi yang dibuat tidak dapat memberikan pengaruh nyata terhadap respon uji kadar air, sehingga nilai respon tersebut tidak dapat digunakan untuk proses optimasi untuk mendapatkan produk dengan karakteristik yang optimum

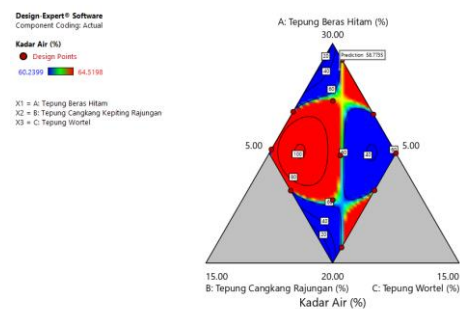
Tabel 4. Hasil Analisis Respon Kadar Air

Formula	Kadar Air (%)
F1	61,4622
F2	63,2121
F3	64,0086
F4	62,8462
F5	61,1813
F6	60,2399

F7	63,4643
F8	64,4570
F9	64,5198
F10	60,3303
F11	64,1770

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa penambahan A (tepung beras hitam) dan C (tepung wortel) akan memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar air produk kwetiau tepung komposit, sedangkan untuk penambahan B (tepung cangkang kepiting rajungan) tidak akan memberikan pengaruh yang nyata. Untuk interaksi antarkomponen AB (tepung beras hitam dan tepung cangkang kepiting rajungan) dan BC (tepung cangkang kepiting rajungan dan tepung wortel) akan meningkatkan kadar air dari produk kwetiau tepung komposit sedangkan interaksi AC (tepung tepung beras hitam dan tepung wortel) akan menurunkan kadar air dari produk kwetiau tepung komposit

Grafik *Design Expert II* metode *Mixture D - Optimal* di bawah menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon kadar air yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 58,773% dengan batas bawah kadar air dari keseluruhan formulasi yaitu 60,239% dan batas atas sebesar 64,519%.



Gambar 1. Grafik Contour Plot Respon Kadar Air

Sebaran hasil analisis respon kadar air pada 11 formula kwetiau tepung komposit yang dijadikan model awal dapat ditampilkan dalam grafik tiga dimensi berupa *Contout Plot* (Gambar 1).

Titik-titik yang tersebar menunjukkan posisi masing-masing formula dari 11 formulasi berdasarkan respon kadar air dengan model ordo *cubic*. Formula dengan kadar air paling tinggi ditempatkan pada daerah grafik berwarna merah kemudian diikuti dengan warna jingga, kuning, hijau, biru muda hingga biru tua yang menunjukkan semakin rendah respon kadar airnya.

2. Kadar Abu

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan oleh program *Design Expert* didapatkan bahwa model polinomial dari respon kadar abu yaitu *linear*. Analisa ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa model yang direkomendasikan (*linear*) **signifikan**, dengan nilai $p > \text{prob} > F$ lebih kecil dari 0,05 yaitu 0,0030. Berdasarkan data yang diperoleh dapat diketahui bahwa ketiga komponen A (tepung beras hitam), B (tepung cangkang kepiting rajungan), dan C (tepung wortel) memberikan pengaruh yang nyata terhadap respon kadar abu, sehingga nilai respon tersebut dapat digunakan untuk proses optimasi yaitu untuk mendapatkan produk dengan karakteristik yang optimal.

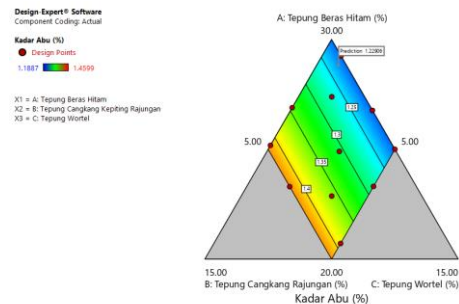
Tabel 5. Hasil Analisis Respon Kadar Abu

Formula	Kadar Abu (%)
F1	1,4599
F2	1,1887
F3	1,2529
F4	1,3105
F5	1,2697
F6	1,2374
F7	1,4232
F8	1,3646
F9	1,2449
F10	1,4221
F11	1,2683

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa penambahan A (tepung beras hitam), B (tepung cangkang kepiting rajungan), dan C (tepung wortel) akan memberikan

pengaruh yang nyata terhadap kadar abu produk kwetiau tepung komposit

Grafik *Design Expert* di bawah menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon kadar abu yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 1,229%, dengan batas bawah kadar abu dari keseluruhan formulasi yaitu 1,188% dan batas atas sebesar 1,459%.



Gambar 2. Grafik Contour Plot Respon Kadar Abu

Jumlah kadar abu biasanya berkaitan dengan mineral yang terdapat dalam bahan. Mineral – mineral tersebut berupa logam – logam garam maupun logam – logam berat. Kadar abu yang tinggi memang tidak selalu menunjukkan tingginya logam berat, tetapi setidaknya kadar abu mengandung mineral (Warta konsumen, 1990 dalam Ekawati, 1999).

3. Kadar Protein

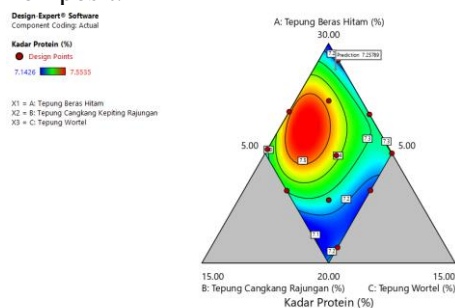
Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan oleh program *Design Expert 11* metode *Mixture D – Optimal*, didapatkan bahwa model polinomial dari respon kadar air adalah *special quartic*. Analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa model yang direkomendasikan (*special quartic*) **tidak signifikan**, dengan nilai $p > \text{prob} > F$ lebih besar dari 0,05 yaitu 0,4129. Berdasarkan data yang diperoleh dapat diketahui bahwa ketiga komponen A (tepung beras hitam), B (tepung cangkang kepiting rajungan) dan C (tepung wortel) memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap respon kadar protein. Artinya formulasi yang dibuat tidak dapat memberikan pengaruh nyata terhadap respon uji kadar protein,

sehingga nilai respon tersebut tidak dapat digunakan untuk proses optimasi untuk mendapatkan produk dengan karakteristik yang optimum.

Tabel 6. Hasil Analisis Respon Kadar Protein

Formula	Kadar Abu (%)
F1	7,3094
F2	7,1426
F3	7,3346
F4	7,2900
F5	7,1841
F6	7,2875
F7	7,4595
F8	7,2874
F9	7,2938
F10	7,1853
F11	7,5535

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa penambahan A (tepung beras hitam), B (tepung cangkang kepiting rajungan), C (tepung wortel) akan memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar protein protuk kwetiau tepung komposit. Untuk interaksi antarkomponen AB (tepung beras hitam dan tepung cangkang kepiting rajungan), AC (tepung beras hitam dan tepung wortel), dan BC (tepung cangkang kepiting rajungan dan tepung wortel) akan meningkatkan kadar protein dari produk kwetiau tepung komposit.



Gambar 3. Grafik Contour Plot Respon Kadar Protein

Grafik *Design Expert* di atas menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon kadar protein yang

diprediksi oleh grafik ini sebesar 7,258%, dengan batas bawah kadar protein dari keseluruhan formulasi yaitu 7,142% dan batas atas sebesar 7,553%.

4. Kadar Lemak

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan oleh program *Design Expert 11* metode *Mixture D – Optimal*, didapatkan bahwa model polinomial dari respon kadar air adalah *cubic*. Analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa model yang direkomendasikan (*quadratic*) **signifikan**, dengan nilai p “ $\text{prob}>F$ ” lebih kecil dari 0,05 yaitu 0,0462. Berdasarkan data yang diperoleh dapat diketahui bahwa ketiga komponen A (tepung beras hitam), B (tepung cangkang kepiting rajungan) dan C (tepung wortel) memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap respon kadar lemak. Artinya formulasi yang dibuat dapat memberikan pengaruh nyata terhadap respon uji kadar lemak, sehingga nilai respon tersebut dapat digunakan proses optimasi untuk mendapatkan produk dengan karakteristik yang optimum.

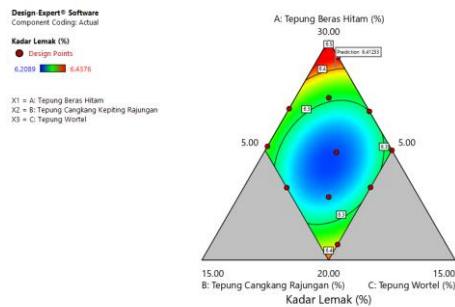
Tabel 7. Hasil Analisis Respon Kadar Lemak

Formula	Kadar Lemak (%)
F1	6,2440
F2	6,4376
F3	6,2681
F4	6,2089
F5	6,2790
F6	6,3150
F7	6,3242
F8	6,3721
F9	6,3142
F10	6,4012
F11	6,3209

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa penambahan A (tepung beras hitam), B (cangkang kepiting rajungan), dan C (tepung wortel) akan memberikan

pengaruh yang nyata terhadap kadar lemak dari produk kwetiau tepung komposit. Untuk interaksi antarkomponen AB (tepung beras hitam dan tepung cangkang kepiting rajungan), AC (tepung beras hitam dan tepung wortel), dan BC (tepung cangkang kepiting rajungan dan tepung wortel) akan menurunkan kadar lemak dari produk kwetiau tepung komposit.

Lemak dan minyak merupakan sumber energi yang lebih efektif dibanding dengan karbohidrat dan protein. satu gram minyak atau lemak dapat menghasilkan 9kkal, sedangkan karbohidrat dan protein hanya menghasilkan 4 kkal/gram. Minyak atau lemak, khususnya minyak nabati mengandung asam – asam lemak esensial seperti asam linoleat, lenolenat dan arakidonat yang dapat mencegah penyempitan pembuluh darah akibat penumpukan kolesterol. Minyak dan lemak juga berfungsi sebagai sumber dan pelarut bagi vitamin – vitamin A, D, E, dan K (Winarno, 2004).



Gambar 4. Grafik Contour Plot Respon Kadar Lemak

Grafik *Design Expert 11* metode Mixture *D – Optimal* di atas menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon kadar lemak yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 6,412% dengan batas bawah kadar lemak dari keseluruhan formulasi yaitu 6.208% dan batas atas sebesar 6,437%.

5. Kadar Karbohidrat

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan oleh program *Design Expert* didapatkan bahwa model polinomial dari respon kadar karbohidrat yaitu *quadratic*. Analisa ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa model yang direkomendasikan (*quadratic*) **tidak signifikan**, dengan nilai $p > \text{prob} > F$ lebih besar dari 0,05 yaitu 0,2456. Berdasarkan data yang diperoleh dapat diketahui bahwa ketiga komponen A (tepung beras hitam), B (tepung cangkang kepiting rajungan), dan C (tepung wortel) memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap respon kadar karbohidrat. Artinya formulasi yang dibuat tidak dapat memberikan pengaruh nyata terhadap respon uji kadar karbohidrat, sehingga nilai respon tersebut tidak dapat digunakan untuk proses optimasi yaitu untuk mendapatkan produk dengan karakteristik yang optimum.

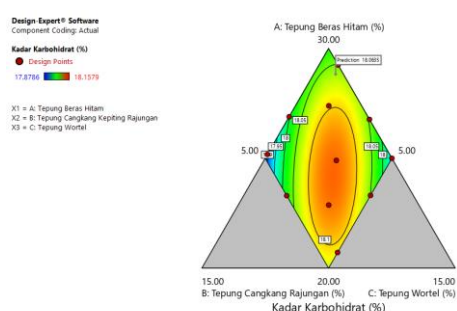
Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa penambahan A (tepung beras hitam), B (tepung cangkang kepiting rajungan), dan C (tepung wortel) akan memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar karbohidrat kwetiau tepung komposit. Untuk interaksi antarkomponen AB (tepung beras hitam dan tepung cangkang kepiting rajungan), AC (tepung beras hitam dan tepung wortel), dan BC (tepung cangkang kepiting rajungan dan tepung wortel) akan meningkatkan kadar karbohidrat dari produk kwetiau tepung komposit.

Tabel 8. Hasil Analisis Respon Kadar Karbohidrat

Formula	Kadar Karbohidrat (%)
F1	18,0836
F2	18,0675
F3	18,1259
F4	18,0486
F5	18,1579
F6	18,0622
F7	17,9929

F8	17,8786
F9	17,8853
F10	18,0697
F11	18,0773

Grafik *Design Expert* 11 metode Mixture *D – Optimal* di bawah menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon kadar karbohidrat yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 18,0635% dengan batas bawah kadar karbohidrat dari keseluruhan formulasi yaitu 17,878% dan batas atas sebesar 18,158%.



Gambar 5. Grafik Contour Plot Respon Kadar Karbohidrat

Karbohidrat merupakan sumber kalori utama bagi hampir seluruh penduduk dunia khususnya bagi penduduk negara yang sedang berkembang. Beberapa golongan karbohidrat menghasilkan serat – serat (*dietary fiber*) yang berguna bagi pencernaan. Karbohidrat juga memiliki peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan pangan misalnya rasa, warna, tekstur, dan lain – lain (Winarno, 1997).

6. Kadar Serat Kasar

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan oleh program *Design Expert* didapatkan bahwa model polinomial dari respon kadar serat kasar yaitu *cubic*. Analisa ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa model yang direkomendasikan (*cubic*) **signifikan**, dengan nilai $p > \text{prob} > F$ lebih kecil dari 0,05 yaitu 0,0251. Berdasarkan data yang diperoleh dapat diketahui bahwa ketiga komponen A (tepung beras hitam), B (tepung

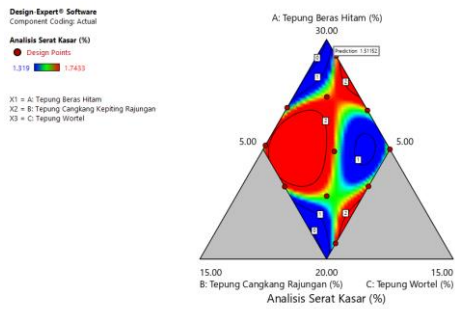
cangkang kepiting rajungan), dan C (tepung wortel) memberikan pengaruh yang nyata terhadap respon kadar serat kasar, sehingga nilai respon tersebut dapat digunakan untuk proses optimasi yaitu untuk mendapatkan produk dengan karakteristik yang optimal.

Tabel 9. Hasil Analisis Respon Kadar Serat Kasar

Formula	Kadar Serat Kasar (%)
F1	1,7047
F2	1,6522
F3	1,6601
F4	1,5697
F5	1,7070
F6	1,6429
F7	1,3190
F8	1,6983
F9	1,6966
F10	1,7433
F11	1,6951

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa penambahan A (tepung beras hitam) dan C (tepung wortel) akan memberikan pengaruh yang nyata terhadap serat kasar produk kwetiau tepung komposit, sedangkan untuk penambahan B (tepung cangkang kepiting rajungan) tidak akan memberikan pengaruh yang nyata. Untuk interaksi antarkomponen AB (tepung beras hitam dan tepung cangkang kepiting rajungan) akan memberikan peningkatan terhadap kadar serat kasar sedangkan interaksi dari AC (tepung beras hitam dan tepung wortel) dan BC (tepung cangkang kepiting rajungan dan tepung wortel) akan menurunkan kadar serat kasar dari produk kwetiau tepung komposit.

Grafik *Design Expert* 11 metode Mixture *D – Optimal* di bawah menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon kadar serat kasar yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 1,512% dengan batas bawah kadar serat kasar dari keseluruhan formulasi yaitu 1,319% dan batas atas sebesar 1,743%.



Gambar 6. Grafik Contour Plot Respon Kadar Serat Kasar

Serat pangan tidak sama pengertiannya dengan serat kasar (*crude fiber*). Serat kasar adalah senyawa yang biasa di analisis di laboratorium yaitu senyawa yang tidak dapat dihidrolisis oleh asam atau alkali. Serat kasar adalah serat tumbuhan yang tidak larut dalam air, kadar serat kasar dalam suatu makanan dapat dijadikan indeks kadar serat makanan, karena umumnya didalam serat kasar ditemukan sebanyak 0,2 sampai 0,5 bagian jumlah serat makanan (Winarno, 2004).

B. Hasil Analisis Respon Fisik

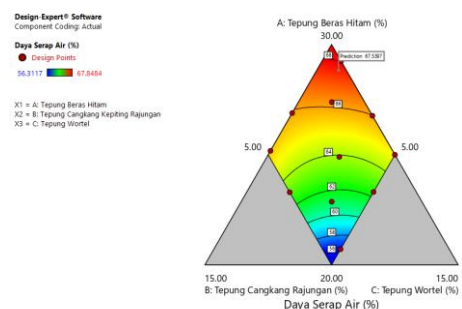
1. Daya Serap Air

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan oleh program *Design Expert 11* metode *Mixture D – Optimal*, didapatkan bahwa model polinomial dari respon daya serap air adalah *cubic*. Analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa model yang direkomendasikan (*Special cubic*) signifikan, dengan nilai p “ $\text{prob}>F$ ” lebih kecil dari 0,05 yaitu 0,0002. Berdasarkan data yang diperoleh dapat diketahui bahwa ketiga komponen A (tepung beras hitam), B (tepung cangkang kepiting rajungan) dan C (tepung wortel) memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap respon daya serap air. Artinya formulasi yang dibuat dapat memberikan pengaruh nyata terhadap respon uji daya serap air, sehingga nilai respon tersebut dapat digunakan untuk proses optimasi untuk mendapatkan produk dengan karakteristik yang optimum.

Tabel 10. Hasil Analisis Respon Daya Serap Air

Formula	Daya Serap Air (%)
F1	63,4320
F2	67,8484
F3	63,5617
F4	61,1030
F5	62,4021
F6	65,9151
F7	66,1479
F8	65,2213
F9	65,1939
F10	56,3117
F11	66,4874

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa penambahan A (tepung beras hitam) dan B (tepung cangkang kepiting rajungan) akan memberikan pengaruh yang nyata terhadap daya serap air produk kwetiau tepung komposit, sedangkan untuk penambahan C (tepung wortel) tidak akan memberikan pengaruh yang nyata. Untuk interaksi antarkomponen AB (tepung beras hitam dan tepung cangkang kepiting rajungan) akan menurunkan daya serap air dari produk kwetiau tepung komposit, sedangkan interaksi antara AC (tepung beras hitam dan tepung wortel) dan BC (tepung cangkang kepiting rajungan dan tepung wortel) akan meningkatkan daya serap air dari kwetiau tepung komposit



Gambar 7. Grafik Contour Plot Respon Daya Serap Air

Grafik *Design Expert 11* metode *Mixture D – Optimal* di atas menunjukkan formulasi optimal

berdasarkan respon fisik uji daya serap air yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 67,540% dengan batas bawah dari keseluruhan formulasi yaitu 56,311% dan batas atas sebesar 67,848%.

Daya serap air berkaitan dengan tekstur produk, semakin kecil daya serap air maka tekstur semakin kuat. Kemampuan penyerapan air pada pati dipengaruhi oleh adanya gugus hidroksil (OH) dan amorphalus yang terdapat pada molekul pati (Pyler, 1973; Muzaifah 2014), penyerapan air selama proses pengukuran mengakibatkan partikel pati membengkak dan kehilangan kekompakan ikatan yaitu sebagian dari amilosa berdifusi keluar disebabkan oleh pengaruh panas (Janssen, 1993; Indrianti dkk 2014).

C. Hasil Analisis Respon Organoleptik

1. Atribut Warna

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan oleh program *Design Expert 11* metode *Mixture D – Optimal*, didapatkan bahwa model polinomial dari respon uji organoleptik atribut warna adalah *cubic*. Analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa model yang direkomendasikan (*cubic*) **tidak signifikan**, dengan nilai p “prob>F” lebih besar dari 0,05 yaitu 0,1306. Berdasarkan data yang diperoleh dapat diketahui bahwa ketiga komponen A (tepung beras hitam), B (tepung cangkang kepiting rajungan) dan C (tepung wortel) memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap atribut warna. Artinya formulasi yang dibuat tidak memberikan pengaruh nyata terhadap atribut warna, sehingga nilai respon tersebut tidak dapat digunakan untuk proses optimasi untuk mendapatkan produk dengan karakteristik yang optimum.

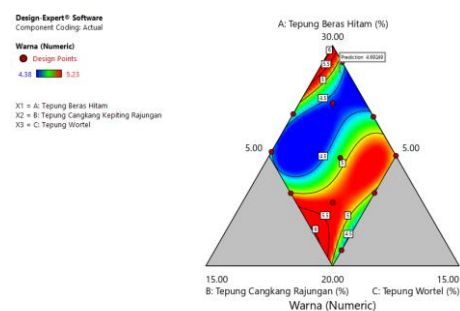
Tabel 10. Hasil Analisis Atribut Warna

Formula	Atribut Warna
F1	5,05
F2	4,78
F3	4,88
F4	5,23

F5	4,93
F6	4,63
F7	4,73
F8	4,55
F9	4,98
F10	4,55
F11	4,38

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa penambahan A (tepung beras hitam) dan B (tepung cangkang kepiting rajungan) akan memberikan pengaruh yang nyata terhadap atribut warna produk kwetiau tepung komposit, sedangkan penambahan C (tepung wortel) tidak akan memberikan pengaruh yang nyata. Untuk interaksi antarkomponen AB (tepung beras hitam dan tepung cangkang kepiting rajungan) akan menurunkan atribut warna dari kwetiau tepung komposit sedangkan interaksi antarkomponen AC (tepung beras hitam dan tepung wortel) dan BC (tepung cangkang kepiting rajungan dan tepung wortel) akan meningkatkan atribut warna dari produk kwetiau tepung komposit.

Grafik *Design Expert 11* metode *Mixture D – Optimal* di bawah menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon organoleptik atribut warna yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 4,69 dengan batas bawah atribut warna dari keseluruhan formulasi yaitu 4,38 dan batas atas sebesar 5,23



Gambar 8. Grafik Contour Plot Respon Organoleptik Atribut Warna

Warna mempunyai arti dan peranan yang sangat penting pada komoditas pangan dan hasil pertanian lainnya. Peranan itu sangat nyata pada 3

hal yaitu daya tarik, tanda pengenalan, dan atribut mutu. Warna mempunyai banyak arti dan peranan pada produk pangan, diantaranya sebagai perinci jenis, tanda – tanda kerusakan, petunjuk tingkat mutu, pedoman proses pengolahan. Warna membuat produk pangan menarik (Soekarto, 1990).

2. Atribut Aroma

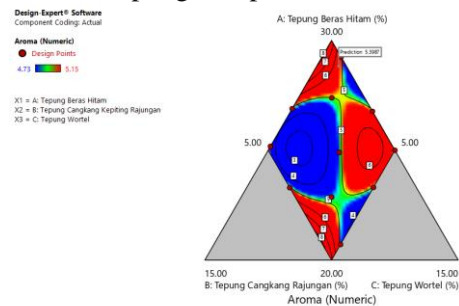
Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan oleh program *Design Expert* didapatkan bahwa model polinomial dari respon organoleptik atribut aroma yaitu *cubic*. Analisa ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa model yang direkomendasikan (*cubic*) **tidak signifikan**, dengan nilai $p > \text{prob} > F$ lebih besar dari 0,05 yaitu 0,0877. Berdasarkan data yang diperoleh dapat diketahui bahwa ketiga komponen A (tepung beras hitam), B (tepung cangkang kepiting rajungan), dan C (tepung wortel) memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap respon organoleptik atribut aroma, sehingga nilai respon tersebut tidak dapat digunakan untuk proses optimasi yaitu untuk mendapatkan produk dengan karakteristik yang optimum.

Tabel 10. Hasil Analisis Atribut Aroma

Formulasi	Atribut Aroma
F1	5,05
F2	5,15
F3	4,83
F4	4,83
F5	4,95
F6	5,13
F7	4,88
F8	4,73
F9	4,88
F10	4,83
F11	5,00

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa penambahan A (tepung beras hitam) dan B (tepung cangkang kepiting rajungan) akan memberikan pengaruh yang nyata

terhadap respon organoleptik atribut aroma dari kwetiau tepung komposit, sedangkan untuk penambahan C (tepung wortel) tidak akan memberikan pengaruh yang nyata. Untuk interaksi antarkomponen AB (tepung beras hitam dan tepung cangkang kepiting rajungan) dan BC (tepung cangkang kepiting rajungan dan tepung wortel) akan menurunkan nilai atribut aroma dari produk kwetiau tepung komposit, sedangkan interaksi AC (tepung beras hitam dan tepung wortel) akan meningkatkan nilai atribut aroma dari kwetiau tepung komposit.



Gambar 9. Grafik Contour Plot Respon Organoleptik Atribut Aroma

Grafik *Design Expert 11* metode *Mixture D – Optimal* di atas menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon organoleptik atribut aroma yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 5,40 dengan batas bawah atribut aroma dari keseluruhan formulasi yaitu 4,73 dan batas atas sebesar 5,15.

Menurut Kartika, dkk (1988), bau – bauan atau aroma dapat didefinisikan sebagai sesuatu yang dapat diamati dengan indera pembau. Untuk dapat menghasilkan bau, zat – zat bau harus dapat menguap, sedikit larut dalam air dan sedikit dapat larut dalam lemak. Di dalam industri pangan pengujian terhadap bau dianggap penting karena dengan cepat dapat memberikan hasil penilaian terhadap produk tentang diterima atau tidaknya produk tersebut. Kecuali itu bau dapat dipakai juga sebagai suatu indikator terjadinya kerusakan pada produk misalnya sebagai

akibat cara pengemasan atau cara penyimpanan yang kurang baik.

3. Tekstur

Tekstur bersifat kompleks dan terkait dengan struktur bahan, yang terdiri dari tiga elemen yaitu : mekanik (kekerasan dan kekenyalan), geometrik (berpasir dan beremah), dan *mouthfeel* (berminyak dan berair). Pada umumnya bahan yang dinilai diletakkan diantara permukaan ibu jari, telunjuk atau jari tengah. Tekstur merupakan parameter yang dapat diuji dengan menggunakan indera mulut atau dengan tangan. Tekstur akan berhubungan dengan kerenyahan dan kekenyalan suatu produk (Setyaningsih, 2010).

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan oleh program *Design Expert 11* metode *Mixture D – Optimal*, didapatkan bahwa model polinomial dari respon organoleptik atribut tekstur adalah *cubic*. Analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa model yang direkomendasikan (*cubic*) signifikan, dengan nilai p “prob>F” lebih kecil dari 0,05 yaitu 0,0147. Berdasarkan data yang diperoleh dapat diketahui bahwa ketiga komponen A (tepung beras hitam), B (tepung cangkang kepiting rajungan) dan C (tepung wortel) memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap respon organoleptik atribut tekstur. Artinya formulasi yang dibuat dapat memberikan pengaruh nyata terhadap respon uji organoleptik atribut tekstur, sehingga nilai respon tersebut dapat digunakan untuk proses optimasi untuk mendapatkan produk dengan karakteristik yang optimum.

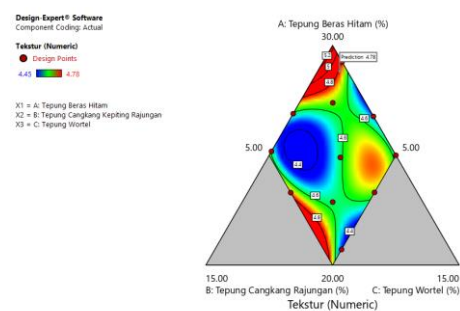
Tabel 11. Hasil Analisis Atribut Tekstur

Formula	Atribut Tekstur
F1	4,75
F2	4,78
F3	4,58
F4	4,58
F5	4,65
F6	4,48

F7	4,58
F8	4,58
F9	4,55
F10	4,45
F11	4,65

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa penambahan A (tepung beras hitam) dan B (tepung cangkang kepiting rajungan) akan memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai atribut tekstur dari produk kwetiau tepung komposit, sedangkan untuk penambahan C (tepung wortel) tidak akan memberikan pengaruh yang nyata. Untuk interaksi antarkomponen AB (tepung beras hitam dan tepung cangkang kepiting rajungan) dan BC (tepung cangkang kepiting rajungan dan tepung wortel) akan menurunkan nilai atribut tekstur dari kwetiau tepung komposit, sedangkan interaksi AC (tepung beras hitam dan tepung wortel) akan meningkatkan nilai atribut tekstur dari kwetiau tepung komposit.

Grafik *Design Expert 11* metode *Mixture D – Optimal* di bawah menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon organoleptik atribut tekstur yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 4,78 dengan batas bawah atribut tekstur dari keseluruhan formulasi yaitu 4,45 dan batas atas sebesar 4,78.



Gambar 10. Grafik Contour Plot Respon Organoleptik Atribut Tekstur

4. Rasa

Pada umumnya bahan pangan atau produk pangan tidak hanya terdiri dari satu rasa, tetapi merupakan gabungan dari berbagai macam rasa

secara terpadu sehingga menimbulkan cita rasa yang utuh.

Telah diketahui adanya empat macam rasa dasar yaitu manis, asam, asin, dan pahit. Konsep tersebut sebenarnya hanya penyederhanaan, rangsangan yang diterima oleh otak karena rangsangan elektrik yang diteruskan dari sel perasa sebenarnya sangatlah kompleks. Diketahui bahwa rasa manis berasal dari senyawa gula seperti sukrosa, pahit *quinine*, asin oleh garam, dan asam oleh berbagai jenis asam. Rasa dari produk makanan pada umumnya tidak hanya terdiri dari satu rasa saja akan tetapi merupakan gabungan berbagai macam yang terpadu sehingga menimbulkan citarasa makanan yang utuh (Kartika, 1988).

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan oleh program *Design Expert 11* metode *Mixture D – Optimal*, didapatkan bahwa model polinomial dari respon organoleptik atribut rasa adalah *cubic*. Analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa model yang direkomendasikan (*cubic*) **tidak signifikan**, dengan nilai p “prob>F” lebih besar dari 0,05 yaitu 0,4789. Berdasarkan data yang diperoleh dapat diketahui bahwa ketiga komponen A (tepung beras hitam), B (tepung cangkang kepiting rajungan) dan C (tepung wortel) memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap respon organoleptik atribut rasa. Artinya formulasi yang dibuat tidak dapat memberikan pengaruh nyata terhadap respon organoleptik atribut rasa, sehingga nilai respon tersebut tidak dapat digunakan untuk proses optimasi untuk mendapatkan produk dengan karakteristik yang optimum.

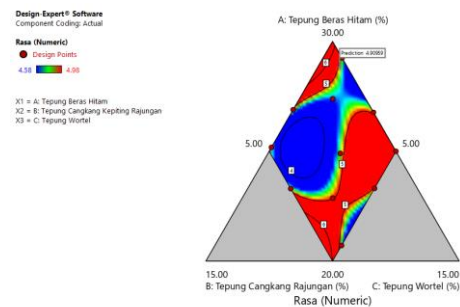
Tabel 12. Hasil Analisis Atribut Rasa

Formula	Atribut Rasa
F1	4,83
F2	4,83
F3	4,88
F4	4,95
F5	4,98

F6	4,95
F7	4,85
F8	4,78
F9	4,90
F10	4,75
F11	4,58

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa penambahan A (tepung beras hitam) dan B (tepung cangkang kepiting rajungan) akan memberikan pengaruh yang nyata terhadap respon organoleptik atribut rasa dari kwetiau tepung komposit, sedangkan untuk penambahan C (tepung wortel) tidak akan memberikan pengaruh yang nyata. Untuk interaksi antarkomponen AC (tepung beras hitam dan tepung wortel) dan BC (tepung cangkang kepiting rajungan dan tepung wortel) akan meningkatkan nilai rasa dari produk kwetiau tepung komposit, sedangkan interaksi AB (tepung beras hitam dan tepung cangkang kepiting rajungan) akan menurunkan nilai rasa dari produk kwetiau tepung komposit.

Grafik *Design Expert 11* metode *Mixture D – Optimal* di bawah menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon organoleptik atribut rasa yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 4,91 dengan batas bawah atribut rasa dari keseluruhan formulasi yaitu 4,58 dan batas atas sebesar 4,98.



Gambar 11. Grafik Contour Plot Respon Organoleptik Atribut Rasa

D. Formula Terpilih

Formula terpilih merupakan solusi atau formulasi optimal yang diprediksikan oleh *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* berdasarkan analisis

terhadap respon kimia (kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, dan kadar serat kasar), respon fisik (daya serap air), respon organoleptik (warna, aroma, tekstur, dan rasa).

Proses optimasi formula dilakukan untuk mendapatkan suatu formula dengan respon yang paling optimal. Respon yang paling optimal diperoleh dengan nilai *desirability* mendekati 1.

Tahap optimalisasi yang dilakukan memberikan sembilan solusi formula dengan nilai *desirability* masing-masing 0,714 ; 0,645 ; 0,635 ; 0,627 ; 0,611 ; 0,564 ; 0,410 ; 0,354 ; 0,150. Solusi formula optimal tersebut didapatkan dari hasil *running* program *Design Expert* ver. 11 terhadap 11 formula yang kemungkinan akan memberikan hasil yang optimal. Berdasarkan solusi formula tersebut, dipilih formula yang memberikan nilai-*desirability* tinggi yang kemudian akan direkomendasikan oleh program *Design Expert* ver. 11.

Hasil analisis yang dilakukan terhadap kesembilan solusi yang direkomendasikan oleh aplikasi *Design Expert* ver. 11, dipilih satu formula paling optimal dengan nilai *desirability* mendekati satu (0,714) yaitu solusi 1 yang memiliki formula 28,83% tepung beras hitam, 5,31% tepung cangkang kepiting rajungan, dan 5,86% tepung wortel.

Hasil Penelitian Tahap 3

Penelitian tahap 3 dilakukan pendugaan umur simpan kwetiau tepung komposit dengan tujuan untuk menjamin kwetiau tepung komposit masih layak dikonsumsi dan belum mengalami kerusakan. Pendugaan umur simpan dilakukan melalui pengamatan atribut – atribut mutu produk selama penyimpanan hingga terjadi perubahan yang tidak dapat diterima lagi oleh konsumen.

Atribut atau parameter mutu yang diukur selama penyimpanan adalah parameter yang diduga dipengaruhi oleh tinggi atau rendahnya suhu penyimpanan. Parameter tersebut

diantaranya nilai TBA (*Thiobarbituric Acid*) dan kadar air. Pengamatan pada setiap parameter dilakukan per satu hari selama 4 hari hingga diperoleh 5 titik pengamatan (hari ke 0, 1, 2, 3, dan 4).

Tabel 13. Hasil Uji Penerimaan Panelis Untuk Penetapan Nilai Kritis

Lama Penyimpanan (Hari)	Rata – rata Nilai Parameter (Skala 1 – 7)			Penolakan
	Warna	Aroma	Tekstur	
0	5,6	6,0	5,7	0%
1	4,5	4,4	4,7	3%
2	3,2	3,4	4,0	53%

Tabel 14. Nilai Awal dan Kritis Berdasarkan Beberapa Parameter

Parameter	Nilai Awal (A_0)	Nilai Kritis (A_t)
Kadar Air	61,97%	61,67%
TBA	0,0536 mg/kg	1,1366 mg malonaldehida/kg

Menurut Asiah et al (2018), untuk menetapkan parameter kunci atau yang paling berpengaruh terhadap penurunan kualitas produk yaitu dengan melihat parameter yang memiliki nilai energi aktivasi (E_a) paling rendah. Energi aktivasi adalah energi yang diperlukan untuk mengaktifasi proses kerusakan (Labuza & Riboh, 1982). Energi aktivasi akan bernilai rendah apabila reaksi berjalan cepat yang memiliki arti produk akan lebih cepat mengalami kerusakan. Apabila energi aktivasi tinggi maka kerusakannya akan berjalan lambat. Data persamaan Arrhenius dan nilai energi aktivasi masing -masing parameter yang telah disajikan pada tabel,

Tabel 15. Ordo Reaksi, Persamaan Arrhenius dan Energi Aktivasi Setiap Parameter

Parameter	Ordo Reaksi	Persamaan Arrhenius	Energi Aktivasi (kal/mol)
Kadar Air	0	$y = 1224,9x - 5,8882$	2432,651
Angka TBA	0	$Y = -1895,3x + 4,6472$	3764,066

Tabel 16. Umur Simpan Produk Berdasarkan Parameter Kadar Air

Suhu Penyimpanan °C(°K)	Nilai K	Umur Simpan (Jam)
5 (278)	4,400860	12
30 (303)	6,332060	8
45 (318)	7,662307	7

Semakin tinggi suhu pengeringan maka akan semakin cepat terjadi penguapan, sehingga kadar air didalam bahan akan semakin rendah (Winarno, 2004). Menurunnya kadar air selama penyimpanan diduga karena bahan disimpan menggunakan kemasan vakum dan juga pengaruh dari suhu tinggi, sehingga bahan yang disimpan tidak menyerap uap air dari udara di lingkungan sekitar dan juga terjadi proses penguapan akibat dari suhu tinggi tersebut.

Suhu tinggi akan menyebabkan denaturasi atau rusaknya molekul protein yang terkandung dalam kwetiau tepung komposit sehingga kemampuan protein dalam mengikat air berkurang, selain itu suhu tinggi juga melemahkan daya elastisitas dan tekstur kwetiau sehingga kwetiau mudah putus.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil penelitian menggunakan program *Design Expert* ver 11.0 metode *Mixture D – Optimal* dapat menentukan formulasi optimal terhadap karakteristik kwetiau tepung komposit. Respon yang berpengaruh terhadap 11 formulasi yang dijadikan model awal kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar karbohidrat, kadar lemak, kadar serat kasar, daya serap air, warna, aroma, tekstur, dan rasa.
2. Berdasarkan hasil optimasi satu formulasi optimal yang direkomendasikan oleh program

Design Expert ver. 11 metode *Mixture D – Optimal* yang memiliki nilai desirability 0,714.

3. Umur simpan kwetiau tepung komposit yang ditentukan berdasarkan parameter kritis kadar air diperoleh umur simpan pada suhu 5°C, 30°C, dan 45°C masing – masing 12 jam, 8 jam dan 7 jam.

Saran

1. Perlu adanya kajian terhadap bahan baku tambahan yang dapat yang dapat mempengaruhi elastisitas dan daya ikat bahan dari kwetiau tepung komposit terutama perbandingan air dan tepung karena produk ini mudah patah ketika dikeringkan sehingga tidak mudah untuk dijadikan kwetiau kering.
2. Perlu adanya penelitian mengenai kandungan lengkap tepung cangkang rajungan seperti kadar kalsium, mineral, dan lainnya.
3. Produk ini baik untuk konsumsi harian karena kaya karbohidrat, kalsium dan protein, diharapkan ada penelitian lebih lanjut guna mengenai bagaimana produk ini agar bisa bertahan lebih dari 1 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier S. (2007). *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Angka SL, Suhartono MT. (2000). *Bioteknologi Hasil Laut. Pusat Pengkajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, IPB*.
- Antara, N.S. dan Wartini, M. (2016). *Senyawa Aroma dan Citarasa*. Bali: Tropical Plant Curriculum Project: Udayana University.
- Artaty, M.A. (2015). *Eksperimen Pembuatan Roll Cake Bahan Dasar Tepung Beras Hitam*

- (*Oryza sativa L.indica*) Substitusi Tepung Terigu. Semarang: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.
- Bas, D. and Boyaci, I.H. (2007). Modeling and Optimization I: Usability of Response Resurface Methodology. Dalam *Journal of Food Engineering* (hal. 78, 836 - 845).
- Bhandari. S. (1997). *Engineering Rock Blasting Operations*. Rotterdam: AA Balkema.
- Cornell, J. A. (1990). *Experiments with Mixtures : Designs, Models, and The Analysis of Mixture Data Second Edition*. New York: John Wiley and Sons.
- Damodaran, S. K. (2007). *Food Chemistry: Fourth Edition*. New York: CRC Press.
- Dendy. (2001). *Buku Praktis Bahasa Indonesia*. Jakarta: Pusat Bahasa.
- Dendy, D. A. V. ; Dobraszczyk, B. J. (2001). *Cereals and cereal products: chemistry and technology*. Springer: Aspen Publishers.
- Dessuara, C. F., Waluyo, S., & Novita, D. (2015). *Pengaruh Tepung Tapioka Sebagai Bahan Substitusi Tepung Terigu Terhadap Sifat Fisik Mie Herbal Basah*. Lampung: Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
- Fadiati, A. M. (2014). Pengaruh Perbedaan Persentase Tepung Komposit Terhadap Kualitas Hasil Pemasakan Kwetiau Instan. *Seminar Nasional BOSARIS II: Kreasi Inovatif Budaya Nusantara*, (hal. 1-8). Universitas Negeri Jakarta, .
- Fadli, M. A. (2009). *Optimasi Formula dan Evaluasi Mutu Minuman Berprotein Tinggi Berbasiskan Isolat Protein Kedelai dan Sweet Whey*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Fawzya YN, Zilda DS, Mulyasari, Chasanah E, Oktavia DA, Wibowo S, Suparno. (2004). Riset produksi kitosan dan derivatnya serta uji aplikasinya. *Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan. .*
- Hardoko, Saputra, T. I., & Anugrahati, N. A. (2013). Karakteristik Kwetiau yang Ditambah Tepung Tapioka dan Rumput Laut *Gracilaria Gigas Harvey*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 9 - 10.
- Hormdok, R. Noomhorm, A. (2007). Hydro-Thermal Treatments of Rice Starch For Improvement of Rice Noodle Quality. *Food Science and Technology*, 40(10): 1723-1731.
- Kartika, B., Hastuti, P., dan Supartono, W. (1988). *Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan*. Yogyakarta: Penerbit Universitas Gadjah Mada.
- Kordi, Ghufuran H. (2007). *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Kusnandar, V. (2019, Mei 09). *Konsumsi Mie Instan Indonesia Statistik World Instant Noodles Association (WINA)*. Dipetik November 25, 2020, dari Databoks: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2019/07/03/konsumsi-mi-istan-indonesia-turun>

- Labuza, T.P. (1982). Open Shelf Dating of Foods. *Food and Nutrition Press, West Port CT.*
- Meiliena, E. J. (2016). Karakteristik Fisikokimia dan Sensori Kwetiau dari Tepung Beras Tergelatinisasi dengan Penambahan Ubi Kayu Termodifikasi, Karagenan dan Kitosan. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 04(01): 1-7.
- Muchtadi TR, Sugiyono. (2006). *Teknologi Proses Pengolahan Pangan*. Bogor: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, IPB.
- Mutters, R. G. dan J. F. Thompson,. (2009). *Rice Quality Handbook*. California: University of California Agriculture and Natural Resources.
- Nashirah, D. (2021, April 25). <http://dhiend.wordpress.com>. Diambil kembali dari Bedanya Tepung Kanji dan Tepung Sagu: <https://dhiend.wordpress.com/2012/03/27/bedanya-tepung-kanji-dan-tepung-sagu/>
- Nurhidajah. (2017). Karakteristik fisik, kimia beras hitam dengan variasi metode pengolahan. *Diseminasi : Seminar Nasional Publikasi dan Pameran Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat "Implementasi Penelitian dan Pengabdian Masyarakat untuk Peningkatan Kekayaan Intelektual"*. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Nurhidajah, Setiawati Ulvie, Y. N., & A. S. (2018). Karakteristik Fisik dan Kimia Beras Hitam dengan Variasi Metode Pengolahan. *Prosiding Seminar Nasional Unimus (Volume 1, 2018)*.
- Oemarjati BS, Wardana Wisnu. (2010). *Taksonomi Avertebrata*. Jakarta: Pengantar Praktikum Laboratorium : UI Press.
- Pradhan, U.K., Lal, K., Gupta, V.K. (2012). Statistics and Applications Volume 10, Nos. 1&2 (New Series). Dalam *Optimum Conditions For Mixture Experiment With Process Variable For The Expected Responses With Minimum Variability* (hal. 63 - 71).
- Sekarwiyati, I. (2000). *Pengaruh Konsentrasi Garam dan Jenis Tepung Terhadap Karakteristik Mutu Fisik Bakso Ikan Layaran*. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB.
- Soekarto, Soewarno T.,. (1990). *Penilaian Organoleptik*. Jakarta: Bhratara Karya Aksara.
- Suardi, D. dan I. Ridwan. (2009). *Beras Hitam, Pangan Berkhasiat yang Belum Populer*. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 31(02) : 9 - 10.
- Thomas, R. T.-N. (2014). Quality Evaluation of Flat Rice Noodles (Kway Teaw) Prepared from Bario and Basmati Rice. *Sains Malaysiana*, 43(03): 339-347.
- Tiaraswara, R. A., Y. Taufik, & L. H. Afrianti. (2016). *Optimalisasi Formulasi Hard Candy Ekstrak Daun Mulberry (Morus sp.) dengan Menggunakan Design Expert Metode D-Optimal*. Bandung: Universitas Pasundan.
- Utama, M. Z. (2019). *Budidaya Padi Hitam dan Merah Pada Lahan Marginal dengan Sistem SBSU*. Yogyakarta: CV Andi OFFSET.
- Utama, M.Zulman Harja. (2019). *Budidaya Padi Hitam dan Merah*

- Pada Lahan Marjinal Dengan Sistem SBSU*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Widowati. (2001). *Teknologi Pengolahan Tepung Sukun dan Pemanfaatannya untuk Berbagai Produk Makanan Olahan*. Bogor: Balai Penelitian Pasca Panen Pertanian.
- Wiguna A. (2015, 11). *Dunia Kimia*. Diambil kembali dari <http://duniachemistry.blogspot.com>: <http://duniachemistry.blogspot.com/2015/11/total-plate-count-tpc.html>
- Wiguna A. (2015). *Total Plate Count (TPC)*. Diambil kembali dari *Dunia Chemistry*: <http://duniachemistry.blogspot.co.id/2015/11/total-plate-count-tpc.html>
- Wijaya, A. C., S. S., & A. P. Jati, I. R. (2018). *Pengaruh Jenis Pati yang Ditambahkan Terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Kwetiau Beras Hitam*. Surabaya: Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Widya Mandala.
- Winarno, F.G. (1997). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Winarno, F.G. (2004). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Winarsa, T. R. (2013, Juni). Pengaruh Perbedaan Varietas Beras Organik Lokal Terhadap Profil Gelatinisasi Granula Pati. *Seminar Nasional : Menggagas Kebangkitan Komoditas Unggulan Lokal Pertanian dan Kelautan, Universitas Trunojoyo Madura*, hal. 811-819.
- Yang, D. R. (2008). *Comparison of Odor-Active Compound from Six Distinctly Differeng Rice Flavor Types*. *J. Agric. Food Chem.* 56: 2780-2787.
- Yeh, A-I. (2004). Preparation and Application of Rice Flour. *Rice: Chemics-try and Technology (E.T Champagne., 2004) Third Edition. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota*.
- Yogaswari, V. (2010). Karakteristik Kimia dan Fisik Sisik Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*). *AKUATIK*, 4(2): 7-12.
- Yuliani, H., Yuliana, N. D., & S. B. (2015). Formulasi Mi Kering Sagu Dengan Substitusi Tepung Kacang Hijau. *AGRITECH, Vol. 35, No. 4*, Halaman 3.
- Zhang et al. (1995). Genetic Effect on Pigmen Content In Pericarp of Black Rice Grain. *Chinese J. Rice, Sci.* 9(3): 149-155.