

**OPTIMASI FORMULASI *FLAKES* BERBAHAN BAKU BEKATUL,
TEPUNG RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottonii*), DAN TEPUNG TAPIOKA
MENGUNAKAN PROGRAM *DESIGN EXPERT* METODE *D-OPTIMAL***

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh:

Ahmad Fadil Hilmi
123020240



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2018**

**OPTIMASI FORMULASI *FLAKES* BERBAHAN BAKU BEKATUL,
TEPUNG RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottonii*), DAN TEPUNG TAPIOKA
MENGUNAKAN PROGRAM *DESIGN EXPERT* METODE *D-OPTIMAL***

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh:

Ahmad Fadil Hilmi
123020240

Telah Diperiksa dan Disetujui

Oleh :

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

(Dr. Ir. Yusman Taufik, MP.)

(Dr. Ir. Tantan Widiantera, MT.)

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	6
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian	6
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Kerangka Pemikiran	7
1.6. Hipotesis Penelitian	14
1.7. Tempat dan Waktu Penelitian	14
II TINJAUAN PUSTAKA	15
2.1. <i>Flakes</i>	15
2.2. Bekatul	18
2.3. Rumput Laut (<i>Eucheuma cottonii</i>)	20
2.4. Tepung Tapioka	22
2.5. Air	23
2.6. Garam	24
2.7. Gula Tepung	25
2.8. <i>Design Expert</i>	26
III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1. Bahan dan Alat Penelitian	29
3.1.1. Bahan Penelitian	29
3.1.2. Alat Penelitian	29

3.2. Metode Penelitian	30
3.2.1. Penelitian Pendahuluan	30
3.2.2. Penelitian Utama	31
3.3. Deskripsi Penelitian	37
3.3.1. Deskripsi Penelitian Pendahuluan	37
3.3.2. Deskripsi Penelitian Utama	39
3.4. Prosedur Penelitian	40
3.4.1. Prosedur Penelitian Pendahuluan	40
3.4.2. Prosedur Penelitian Utama	42
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1. Hasil Penelitian Pendahuluan	44
4.1.1. Persiapan Bahan Baku	44
4.1.2. Analisis Bahan Baku	46
4.2. Hasil Penelitian Utama	47
4.2.1. Hasil Respon Kimia	47
4.2.2. Hasil Respon Fisik	56
4.2.3. Hasil Respon Organoleptik	58
4.2.4. Formula Optimal	66
V KESIMPULAN	75
5.1. Kesimpulan	75
5.2. Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN	83

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan formulasi terbaik produk *flakes* berbahan baku bekatul, tepung rumput laut *Eucheuma cottonii*, dan tepung tapioka menggunakan program *Design Expert* metode *D-Optimal*.

Penelitian ini dilakukan dua tahap. Penelitian tahap pendahuluan meliputi persiapan dan analisis bahan baku. Penelitian utama untuk menentukan formulasi terbaik *flakes* menggunakan program *Design Expert* metode *D-optimal*. Respon yang dilakukan antara lain respon kimia (meliputi kadar serat kasar, kadar air, kadar protein, dan kadar lemak), respon fisik (daya serap air), dan respon organoleptik (meliputi warna, rasa, aroma serta kerenyahan).

Flakes ini dibuat dari bahan baku bekatul, tepung rumput laut *Euchema cottonii*, dan tepung tapioka. Program ini menawarkan 9 formulasi. Formulasi terbaik berdasarkan nilai *desirability* (nilai 1) dimana formulasi ini mengandung bekatul 38,33%, tepung rumput laut *Euchema cottonii* 13,40%, tepung tapioka 7,27%, gula tepung 14%, garam 1%, dan air 30%. Formulasi tersebut telah diprediksi oleh program dengan hasil respon kadar serat kasar 8,43%, kadar air 1,31%, kadar protein 13,80%, kadar lemak 4,50%, daya serap air 154,70%, warna 3,56, rasa 3,63, aroma 3,96, dan kerenyahan 4,05.

Kata kunci : *Flakes*, *Design Expert*, *D-Optimal*

I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Latar Belakang, (2) Identifikasi Masalah, (3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (4) Manfaat Penelitian, (5) Kerangka Pemikiran, (6) Hipotesis Penelitian, dan (7) Tempat dan Waktu Penelitian.

1.1. Latar Belakang

Perubahan zaman turut mengubah perilaku dan kebiasaan makan terutama dalam hal sarapan. Sarapan penting untuk memenuhi asupan gizi yang dibutuhkan untuk menjalani aktivitas sehari-hari. Melewatkan waktu sarapan dapat menimbulkan efek negatif bagi tubuh. Hal tersebut dikarenakan rendahnya kadar gula darah yang akan menurunkan tekanan darah dan melemahkan impuls syaraf sehingga tubuh menjadi lemas sehingga tentu saja akan mengakibatkan gairah kerja menurun. Sarapan diperlukan sebagai sumber kalori untuk meningkatkan kadar gula darah setelah semalaman lambung tidak terisi serta untuk merangsang pembuangan sisa makanan (Tegar, 2010).

Sarapan pagi yang dikonsumsi masyarakat dewasa ini masih terbatas makanan yang terbuat dari sereal seperti beras, jagung, dan gandum. Permintaan konsumen akan sarapan sekarang ini bergeser menjadi suatu produk sarapan yang praktis, cepat saji serta bergizi. Oleh karena itu, penting diciptakannya suatu produk sereal yang memenuhi kriteria sebagai pangan alternatif yang kaya akan energi, protein, dan zat gizi lain (Wijayanti, 2015). Salah satu bentuk inovasi kreatif sarapan tersebut adalah *flakes*.

Flakes merupakan salah satu produk pangan yang berbentuk lembaran tipis, bulat, berwarna kuning kecoklatan dan biasanya dikonsumsi dengan menggunakan susu atau dapat juga dikonsumsi langsung sebagai makanan ringan (Tamtarini, 2005).

Flakes dapat dibuat dari berbagai macam bahan makanan yang mengandung karbohidrat dan dapat ditambahkan bahan makanan sumber zat gizi lain untuk memenuhi kebutuhan gizi (Gisca, 2013). Salah satu bahan makanan yang dapat menjadi sumber karbohidrat tersebut adalah bekatul. Bekatul mengandung karbohidrat cukup tinggi, yaitu sekitar 51-55 g / 100 g. Kehadiran karbohidrat ini sangat menguntungkan karena membuat bekatul dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif (Astawan, 2010).

Sejak dulu bekatul hanya dikenal masyarakat sebagai bahan pakan ternak dengan mutu yang rendah. Untuk lebih meningkatkan manfaat bekatul maka bekatul dapat digunakan sebagai bahan makanan campuran pada produk makanan. Penambahan bekatul ini diharapkan dapat meningkatkan nilai tambah dan kualitas dari suatu produk. Menurut Munif (2009), bekatul merupakan kulit paling luar dari beras dan kulit paling dalam dari sekam yang telah terkelupas melalui proses penggilingan dan penyosohan.

Persentase bekatul dari gabah kering giling sekitar 10%. Artinya, produksi 60,28 juta ton Gabah Kering Giling (GKG) pada tahun 2008 akan menghasilkan sekitar 6,03 juta ton bekatul. Jumlah ini cukup besar dan potensial dijadikan sebagai salah satu bahan baku industri pangan. Menurut Mita Wulandari dan Erma Handarsari (2010), bekatul mengandung protein 13,11 sampai 17,19%,

lemak 2,52 sampai 5,05%, karbohidrat 67,58 sampai 72,74%, dan serat kasar 370,91 sampai 387,3 kalori serta kaya akan vitamin B, terutama vitamin B1 (*thiamin*).

Khasiat bekatul bagi kesehatan telah banyak dilaporkan. Bekatul dapat menurunkan kadar kolesterol darah dan *low density lipoprotein cholesterol* (LDL *cholesterol*) darah serta dapat meningkatkan kadar *high density lipoprotein cholesterol* (HDL *cholesterol*) darah (Berger, 2004).

Peningkatan nilai gizi *flakes* dapat dilakukan dengan cara penambahan serat pangan. Sumber serat tersebut dapat diperoleh dalam bahan-bahan yang berasal dari tumbuhan air yang pemanfaatannya masih terbatas terutama untuk produk pangan fungsional. Rumput laut dengan kandungan polisakaridanya yang cukup besar merupakan bahan yang potensial sebagai sumber serat pangan.

Rumput laut merupakan salah satu jenis budaya dibidang perikanan yang mempunyai peluang untuk dikembangkan. Indonesia menjadi produsen terbesar rumput laut di dunia khususnya untuk jenis *Eucheuma cottonii*. Data statistik sementara *Food and Agriculture Organization* (FAO) yang dikeluarkan pada Maret 2015 menyebutkan, produksi rumput laut Indonesia jenis *Eucheuma cottonii* pada tahun 2013 menempati urutan pertama dunia yakni sebanyak 8,3 juta ton (KKPNews, 2016).

Data produksi rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* di Jawa Barat pada tahun 2010 adalah sebanyak 362.392 ton. Menurut data sementara di KemenKP, produksi rumput laut nasional pada tahun 2014 meningkat lebih dari tiga kali lipat

dari produksi rumput laut pada tahun 2010, peningkatan rata-rata pertahun mencapai 27,71% (Kementrian Kelautan dan Perikanan RI, 2016).

Rumput laut *Eucheuma cottonii* merupakan tumbuhan tingkat rendah yang mempunyai kandungan nilai gizi yang tinggi. Salah satu kandungannya yang berperan dalam pembentukan tekstur adalah karagenan (Aryani, 2013).

Menurut Astawan (2004), secara kimia rumput laut terdiri dari abu 29,97%, protein 5,91%, lemak 0,28%, karbohidrat 63,84%, serat pangan total 78,94%, dan iodium 282,93%. Rumput laut juga mengandung vitamin-vitamin, seperti vitamin A, B1, B2, B6, B12, C, D, E dan K, betakaroten serta mineral.

Kelebihan rumput laut adalah sebagai bahan makanan, tidak menyebabkan obesitas, sebagai obat-obatan, meningkatkan kekebalan tubuh, dan baik untuk kesehatan kulit. Beberapa jenis rumput laut juga mengandung protein yang cukup tinggi karena kandungan gizinya yang tinggi, mampu meningkatkan sistem kerja hormonal, limfatik, dan juga saraf. Rumput laut juga bisa meningkatkan fungsi pertahanan tubuh, memperbaiki sistem kerja jantung dan peredaran darah serta sistem pencernaan. Semua rumput laut kaya akan kandungan serat yang dapat mencegah kanker usus besar. Rumput laut juga membantu pengobatan tukak lambung, radang usus besar, susah buang air besar, dan gangguan pencernaan lainnya (Anggadiredja, 2008).

Bahan pengikat dalam proses pembuatan *flakes* yaitu tepung tapioka. Menurut Kanoni (1990), bahan pengikat bertujuan untuk menarik air dan membentuk tekstur yang padat. Bahan berpati ini berperan dalam pembentukan produk olahan karena mempunyai dua fraksi yaitu amilosa dan amilopektin.

Tepung tapioka banyak digunakan dalam berbagai industri karena kandungan patinya yang tinggi dan sifat patinya yang mudah mengembang dalam air panas.

Selain itu, tepung tapioka mempunyai banyak kelebihan sebagai bahan tambahan karena harganya relatif murah, memiliki larutan yang jernih, daya gel yang baik, rasa yang netral, warna yang terang, dan daya lekatnya yang baik (Radley, 1967).

Berdasarkan uraian diatas, maka diperlukan optimasi formulasi *flakes* berbahan baku bekatul, rumput laut (*Eucheuma cottonii*), dan tepung tapioka agar menghasilkan *flakes* yang sesuai dengan karakteristik yang diinginkan. Optimalisasi formulasi adalah penentuan formulasi optimal berdasarkan respon yang diteliti. Optimasi dapat juga dijelaskan sebagai suatu kumpulan formula matematis dan metode numerik untuk menemukan dan mengidentifikasi kandidat terbaik. Penentuan optimalisasi formulasi dapat dilakukan dengan berbagai metode diantaranya pemrograman linier, *software* lindo, fasilitas *solver* pada Microsoft Excel, dan *Design Expert* metode *D-optimal*.

Penelitian ini menggunakan program *Design Expert* yang digunakan untuk membantu mengoptimalkan produk atau proses. Kemudian menggunakan metode *D-optimal* untuk menentukan formulasi yang optimal. Program ini mempunyai kelebihan dibandingkan program olahan data yang lain, program ini akan mengoptimasi proses termasuk dalam proses pembuatan *flakes* dengan beberapa variabel yang dinyatakan dalam satuan respon, menu *mixture* yang dipakai yang dikhususkan untuk mengolah formulasi dan metode *D-optimal* yang mempunyai

sifat fleksibilitas yang tinggi dalam meminimalisasikan masalah dan kesesuaian dalam menentukan jumlah batasan bahan yang berubah lebih dari 2 respon.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka masalah yang dapat diidentifikasi dalam penelitian ini adalah apakah program *Design Expert* metode *D-optimal* dapat mengoptimalkan formulasi *flakes* berbahan baku bekatul, tepung rumput laut (*Eucheuma cottonii*), dan tepung tapioka?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dilakukan penelitian ini adalah untuk menyajikan suatu teknik dalam statistika yang dapat membantu mengoptimalkan variabel dari suatu model.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan formulasi terbaik produk *flakes* berbahan baku bekatul, tepung rumput laut (*Eucheuma cottonii*), dan tepung tapioka menggunakan program *Design Expert* metode *D-optimal*.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini antara lain :

1. Meningkatkan pemanfaatan produk pangan lokal yang bergizi dan penganekaragaman produk pangan yang dapat mendukung ketahanan pangan.
2. Mengurangi penggunaan tepung terigu sebagai bahan baku utama pembuatan *flakes*.
3. Meningkatkan nilai jual produk pangan lokal.
4. Menjadi informasi bagi perkembangan ilmu pengetahuan bagi peneliti, kalangan akademis, dan instansi yang berhubungan dengan teknologi pangan.

1.5. Kerangka Pemikiran

Flakes merupakan bentuk pertama dari produk sereal siap santap. Pembuatan produk *flakes* secara tradisional dilakukan dengan mengukus biji sereal yang sudah dihancurkan (kurang lebih sepertiga dari ukuran awal biji) pada kondisi bertekanan selama dua jam atau lebih lalu dipipihkan di antara dua rol baja. Setelah itu dikeringkan dan di panggang pada suhu tinggi (Tribelhorn, 1991).

Menurut Khasanah (2004), tahap-tahap dalam pembuatan *flakes* yaitu pencampuran bahan baku dan bahan pelengkap (termasuk air), *pelleting*, pengepresan dengan rol (*flaking*), dan pengovenan. Jumlah air yang ditambahkan pada pembuatan *flakes* dalam penelitiannya berkisar 30% total adonan serta ditambahkan tepung tapioka karena memiliki kontribusi dalam menciptakan tekstur *flakes* yang renyah, kecerahan warna produk, serta memiliki daya rekat. Ketebalan *flakes* yang dihasilkan berkisar 0,8 mm dengan panjang sisi sebesar kurang lebih 0,9 cm. Keuntungan dari semakin tipisnya ketebalan adalah dapat mempersingkat waktu pengeringan sehingga kemungkinan terjadinya kerusakan zat gizi dapat diminimalisasi serta jumlah produk akhir yang didapat menjadi lebih banyak. Bentuk *flakes* yang diharapkan adalah tipis dan renyah sehingga dapat bertahan mengapung lebih lama apabila disajikan dengan susu cair.

Proses utama dalam pembuatan *flakes* adalah pemanasan yang menyebabkan pati dalam bahan baku tergelatinasi sehingga mudah dicerna dan mudah dikembangkan menjadi tekstur yang diinginkan. Proses gelatinasi akan dipengaruhi oleh rasio air dan pati yang terdapat dalam tepung. Jika suspensi air yang cukup maka gelatinasi akan terjadi secara sempurna (Muchtadi dkk., 1988).

Secara umum pembuatan *flakes* sangat sederhana. Bahan baku akan mengalami proses-proses sebagai berikut : (1) pati tergelatinisasi dan tidak tertutup kemungkinan terjadi hidrolisa, (2) partikel akan mengalami reaksi pencoklatan yang disebabkan oleh interaksi antara protein dan gula, (3) proses enzimatis akan berhenti yang mengakibatkan hasil akhir yang stabil, (4) karamelisasi dari gula yang muncul sebagai efek dari tingginya suhu oven pemanggang, (5) lempengan akan menjadi lebih renyah karena kandungan air dalam bahan semakin rendah.

Penelitian yang dilakukan dalam dua dekade terakhir telah menunjukkan bahwa bekatul sebagai produk limbah dari penggilingan padi mengandung protein, karbohidrat, serat makanan, abu, lemak, vitamin, mineral, dan senyawa antioksidan alami (Chen *et al.*, 2008; Saenjum *et al.*, 2012).

Menurut Champagne (1994) dalam Swastika (2009), kandungan lemak bekatul yang tinggi (15-19,7%) menjadi subyek kerusakan hidrolitik dan oksidatif. Kerusakan hidrolitik terjadi karena adanya air dalam bahan yang bereaksi dengan lemak bekatul.

Karena masalah ketengikan tersebut, bekatul lebih sering dimanfaatkan sebagai pangan ternak atau sebagai bahan bakar. Untuk menghindari ketengikan, bekatul harus segera diekstraksi di tempat penggilingan padi. Namun, karena tidak memungkinkan, maka dikembangkan metode stabilisasi. Proses stabilisasi dapat mendeaktivasi lipase sehingga minyak tidak terhidrolisis dan ketengikan bisa tercegah (Hammond, 1996).

Stabilisasi panas dilakukan dengan dengan penggunaan suhu 125-135°C selama 1-3 detik dengan kelembapan 11-15%, tidak memberikan perbedaan kualitas nutrisi bekatul. Selain itu, stabilisasi juga dapat dilakukan dengan metode *ohmic heating*. Dengan metode *ohmic heating*, peningkatan kadar asam lemak bebas lebih rendah dibanding bekatul yang tidak mengalami stabilisasi (Lakkakula, 2003).

Penelitian yang dilakukan oleh Swastika (2009), merekomendasikan bahwa kombinasi metode pengukusan dan pengeringan rak dapat dijadikan salah satu alternatif metode pengawetan bekatul. Bekatul terstabilisasi yang dihasilkan dengan metode ini memiliki kadar air 5,6 persen dan nilai TBA 0,23 mg MDA/kg sampel. Bila dibandingkan dengan bekatul segar yang memiliki kadar air 6,9 persen dan nilai TBA 0,68 mg MDA/kg sampel.

Lebih lanjut Swastika (2009), melaporkan bahwa proses pengeringan dapat memperbaiki sifat-sifat fungsional bekatul, diantaranya nilai kelarutan, persentase *swelling power* (SP), dan *freeze thaw stability* (FTS). Nilai kelarutan yang kecil menunjukkan bahwa bekatul sulit larut dalam air. Proses stabilisasi dapat meningkatkan kelarutan bekatul hingga mencapai 18,7-21,2% bila dibandingkan dengan nilai kelarutan sebelum proses stabilisasi yaitu sebesar 12%. Proses stabilisasi juga dapat meningkatkan keporosan jaringan sehingga dapat mengikat air dalam jumlah besar. Nilai SP bekatul segar sebesar 6% sedangkan bekatul awet berkisar antara 8,4-9,3 persen. FTS merupakan indikator stabilitas bahan pangan untuk disimpan dalam kondisi beku dan dinyatakan sebagai persen sineresis. Penurunan persentase sineresis produk bekatul awet (90,6-93,9%) dari

bekatul segar (95,5%) menunjukkan perbaikan sifat fungsional bekatul dalam mengikat air.

Menurut Roberts dan Quemener (1999), rumput laut merupakan salah satu komoditi andalan yang perlu dikembangkan terutama karena memiliki nilai ekonomis dan penggunaannya yang luas khususnya dalam bidang industri (makanan, farmasi, kosmetik, tekstil, dan lain-lain).

Menurut Hallgren (1981), *Eucheuma cottonii* menghasilkan jumlah karagenan yang tidak sedikit dan memberi pengaruh dalam komposisi pemberian serat. Pengaruh fisiologi pemberian serat adalah meningkatkan berat dan volume feses, menurunkan waktu transit, mengikat asam empedu, menurunkan kolesterol darah dan penyerapan mineral.

Menurut Astawan (2004), pemanfaatan rumput laut dapat dimaksimalkan dengan diversifikasi produk olahan rumput laut yang merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan daya guna dan nilai ekonomis dari rumput laut. Salah satu usaha diversifikasi tersebut adalah dengan cara mengolah rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* menjadi tepung, dimana rumput laut dalam bentuk tepung dapat dikembangkan menjadi berbagai produk olahan makanan.

Penelitian yang dilakukan oleh Hildayanti (2012), bahan tambahan yang digunakan dalam pembuatan *flakes* jemawut antara lain gula 10%, garam 2%, dan vanili 2%..

Menurut Khasanah (2003), penambahan tepung tapioka dalam pembuatan makanan kering memberikan kenampakan dan warna yang disukai. Penambahan

tapioka 20%, gula 10% dan garam 0,5% pada masing-masing adonan *flakes* mendapatkan hasil yang banyak disukai oleh panelis.

Masaadah (2007), menyatakan substitusi konsentrasi ubi jalar dengan tapioka pada pembuatan *flakes* yang paling disukai panelis dari segi warna, rasa, penampakan dan kerenyahan adalah 2 : 1 dengan suhu pemanggangan 150 °C dan waktu 10 menit.

Penggunaan gula biasanya selain untuk memberikan rasa manis juga untuk menambahkan cita rasa dan aroma. Gula dengan konsentrasi tinggi bersifat menghambat pertumbuhan bakteri dan khamir, ini terjadi sebagai efek dehidrasi pada mikroorganisme tersebut yang ditimbulkan karena terjadi tekanan osmosa yang tinggi dari gula (Buckle *et al.*, 1987).

Faktor utama pembuatan *flakes* yang mempengaruhi karakteristik *flavour*, kerenyahan dan penampakan pada produk akhir selain bahan baku, bahan pengisi adalah lama pemanggangan (Whiteley, 1971).

Menurut Putra (2005), kondisi pemanggangan yang benar akan menghasilkan produk dengan penampakan dan tekstur yang baik, juga dengan kadar air yang sesuai. Terdapat tiga perubahan yang terjadi selama proses pemanggangan, yaitu pengurangan densitas produk akibat pengembangan tekstur berpori (terjadi perubahan struktur), perubahan warna permukaan dan pengurangan kadar air menjadi sekitar 1-4%. Suhu pemanggangan mempengaruhi waktu yang dibutuhkan adonan untuk menjadi produk yang diinginkan. Semakin tinggi suhu yang digunakan, semakin singkat waktu yang dibutuhkan.

Penelitian yang dilakukan oleh Andriani (1998), suhu pemanggangan yang tepat agar menghasilkan *flakes* dengan kadar protein, warna, rasa, kerenyahan dan penampakan yang baik yaitu 170°C selama 20 menit.

Menurut Mulyati (2007), pada pembuatan *flakes* bekatul didapat perlakuan terbaik yaitu perbandingan tepung bekatul dan tapioka 80 : 20 dan konsentrasi sukrosa 20% dan suhu pemanggangan yang digunakan adalah 150° C selama 20 menit.

Menurut penelitian Rakhmawati dkk (2014), analisis kimia yang diperoleh dari *flakes* komposit tepung kacang merah, tepung tapioka dan tepung konjac yaitu kadar air 3,50% sampai 4,85% ; kadar abu 3,73% sampai 4,86% ; kadar protein 13,48% sampai 16,84% ; kadar lemak 4,17% sampai 6,45% ; kadar karbohidrat 71,83% sampai 77,66% dan kadar serat pangan 2,75% sampai 4,97% dan hasil analisis uji sensoris, pada parameter warna memiliki nilai 2,07 sampai 4,07; aroma dengan nilai 2,13 sampai 4,00; rasa dengan nilai 2,17 sampai 4,03; kerenyahan dengan nilai 2,07 sampai 4,07 dan *overall* dengan nilai 2,03 sampai 4,10.

Menurut penelitian Chairil dkk (2014), daya serap air *flakes* tanpa penambahan coklat nyata lebih tinggi dibandingkan *flakes* dengan penambahan coklat. Nilai rata-rata daya serap air *flakes* tanpa penambahan coklat adalah 336.58% yang artinya setiap satu gram *flakes* dapat menyerap air sebanyak 336.58% atau setara dengan 3.36 ml air. Nilai rata-rata daya serap air produk *flakes* dengan penambahan coklat adalah 273.25% yang artinya setiap satu gram *flakes* dapat menyerap air sebanyak 273.35% atau setara dengan 2.73 ml air.

Menurut Ma'arif (1989), optimasi adalah suatu pendekatan normatif untuk mengidentifikasi penyelesaian terbaik dalam pengambilan keputusan suatu permasalahan. Melalui optimasi permasalahan akan diselesaikan untuk mendapatkan hasil yang terbaik sesuai dengan batasan yang diberikan. Tujuan dari optimasi adalah untuk meminimumkan usaha yang diperlukan atau biaya operasional dan memaksimalkan hasil yang diinginkan.

Optimasi pada salah satu atau seluruh aspek produk adalah tujuan dalam pengembangan produk. Hasil evaluasi sensori sering digunakan dalam menentukan apakah produk yang optimum telah dikembangkan dengan benar. Salah satu tujuan penggunaan perancangan percobaan ini adalah untuk mengoptimalkan respon yang diinginkan. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa variabel respon merupakan fungsi dari proporsi relatif setiap komponen atau bahan penyusun dalam suatu formula (Cornell,1990).

Dalam penentuan formulasi yang optimal dapat dilakukan dengan berbagai metode diantaranya adalah metode simplex dengan pemograman linier, *software* Lindo, fasilitas *solver* pada Microsoft Excel, dan *software Design Expert* metode *Mixture D-optimal Design*.

Design Expert digunakan untuk optimasi proses dalam respon utama yang diakibatkan oleh beberapa variabel dan tujuannya adalah optimasi respon tersebut (Bas dan Boyaci, 2007).

Menurut Ghina (2010), program *design expert* metode *D-optimal* dapat digunakan dalam penentuan formulasi baso kacang koro pedang menghasilkan 16 formulasi yang ditawarkan *design expert* metode *D-optimal*.

Berdasarkan penelitian Nugraha (2014) pada pembuatan *food bar* menggunakan program *design expert* metode *D-optimal* didapatkan formulasi yang terpilih adalah isolat soy protein 7,63%; dekstrin 2,59%; dan madu 8,78% yang keseluruhan berjumlah 19% dan sisanya yang merupakan variabel tetap yaitu tepung ubi jalar kuning 17,5%; kelapa parut kering 15%; tepung kacang merah 7,5%; telur 23%; margarin 14%; dan kismis 4%.

1.6. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran tersebut, maka dapat diperoleh suatu hipotesis yaitu diduga bahwa program *Design Expert* metode *D-optimal* dapat mengoptimalkan formulasi *flakes* berbahan baku bekatul, tepung rumput laut (*Eucheuma cottonii*), dan tepung tapioka.

1.7. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan Oktober 2015 sampai dengan bulan November 2018, bertempat di Laboratorium Penelitian, Teknologi Pangan, Universitas Pasundan Bandung.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M, Andhika. (2012). **Optimasi Ekstraksi *Spent Bleaching Earth* Dalam *Recovery Minyak Sawit***. Skripsi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok.
- Andriani, R. (1998). **Mempelajari Pengaruh Perbedaan Temperatur dan Lama Pemanggangan Terhadap Karakteristik *Corn Flakes***. Tugas Akhir, Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.
- Anggadiredja, dkk. 2008. **Rumput Laut**. Jakarta : Penebar Swadaya.
- AOAC. 1995. ***Official Methods of Analysis of The Association of Analytical Chemists***, Washington D.C.
- Aryani. (2013). **Kajian Pengolahan Permen Rumput Laut (*Glacilaria sp*) dengan Konsentrasi Gula yang Berbeda Terhadap Tingkat Penerimaan Konsumen**. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Jurusan Perikanan Faperta, Universitas Palangka Raya.
- Astawan M. 2004. **Pemanfaatan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) untuk Meningkatkan Kadar Iodium dan Serat Pangan pada Selai dan Dodol**, Volume XV, No 1, Mei 2004.
- Astawan, M. dan Febrinda, A.E. 2010. **Potensi Dedak dan Bekatul Beras sebagai Ingredient Pangan dan Produk Pangan Fungsional**. Jurnal Pangan 19 (1) : 14-21.
- Athonikov, 2014. **Rumput Laut *Eucheuma cottonii***. <http://semenanjung-senja.blogspot.com/2014/10/mengenal-eucheuma-cottonii-rumput-laut.html>. Diakses : 20 September 2018.
- Aunillah, A. 2009. **Stabilisasi Tepung Bekatul dengan Metode Pemanasan Bertekanan dan Pengeringan Rak serta Pendugaan Umur Simpannya**. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Bas D, Boyaci IH. (2007). ***Modelling and Optimization I : Usability Of Response Surface Methology***. J Food Eng.
- Balai Besar Penelitian Padi Sukamandi. 2016. **Tanaman Padi**. <http://petanitop.blogspot.com/2016/04/panduan-cara-produksi-benh-tanaman-padi.html>. Diakses : 20 September 2018.

- Berger, A. 2004. *Similar Cholesterollowering Properties of Rice Bran Oil, With Varied Gamma-oryzanol, in Mildly Hipercholesterolemic Men*. Eur J Nutr. 44(3):163-73.
- Buckle, K. A., R. A., Edwards, G. H., Fleet and Wooton. 1987. **Ilmu Pangan**. (terjemahan : Purnama, H dan Adiono), UI-Press, Yogyakarta.
- Chairil, M. Mifthah F., dan Lilik K. 2014. **Formulasi Flakes Berbasis Pati Garut Dengan Fortifikasi Zat Besi (Fe) Untuk Perbaikan Status Besi Remaja Putri**. Jurnal Gizi dan Pangan. Departemen Gizi Masyarakat. Fakultas Ekologi Manusia. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Cornell, J.A. 1990. *Experiments with Mixtures: Designs, models, and The Analysis of Mixture Data*. 2th ed. John Wiley and Sons. New York.
- Damayanthi E. 2001. *Rice Bran Stabilization and γ -oryzanol Content of Two Local Paddy Varieties "IR 64" and Cisadane Muncul"*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan: XII(1) :72-4.
- Doty, M.S. 1985. *Euclidean alvarezii sp.nov (Gigartinales, Rhodophyta) from Malaysia. In: Abbot I.A. and J.N. Norris (editors)*. Taxonomy of Economic Seaweeds. California Sea Grant College Program. p 37 - 45.
- Ghina R. (2014). **Optimasi Formulasi Bakso Kacang Kocong Pedang dengan Design Expert Metode D-Optimal**. Skripsi Jurusan Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan. Bandung.
- Gisca I.D, Bernadheta, dan Arintina R., 2013. **Penambahan Gembili Pada Flakes Jewawut Ikan Gabus Sebagai Alternatif Makanan Tambahan Anak Gizi Kurang**. Program Studi Ilmu Gizi. Fakultas Kedokteran. Universitas Diponegoro. Semarang..
- Gujral HS, Singh N, Singh B. (2001). *Extrusion Behavior Of Grits From Flint And Sweet Corn*. Food Chem.
- Hagenima A, Ding X, Fang T. (2006). *Evaluation Of Rice Flour Modified By Extrusion Cooking*. J Cereal.
- Hadijaya, Y. F. 2000. **Formulasi Tepung Komposit dari Tepung Dedak Gandum, Tepung Tempe, dan Tepung Ubi Kayu dengan Menggunakan Linier Program pada Pembuatan Biskuit**. Skripsi, UNPAS, Bandung.
- Hadipenata, M. 2007. **Mengolah Dedak menjadi Minyak (Rice Bran Oil). Dalam Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian Vol. 29, No.4, 2007**, Bogor.

- Hallgren, B.O. 1981. *The Role Of Dietary Fibre in Food. Problem in Nutrition Reserch Today*. Academic Pres. Switzerland.
- Hammond, N. 1996. *Method for Stabilizing Rice Bran and Rice Bran Products*.
- Hildayanti. 2012. **Studi Pembuatan Flakes Jemawut (*Setaria italica*)**. Skripsi. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Isnaini, N. 2005. **Pengaruh Penambahan Tepung Beras Dan Gliserin Terhadap Kualitas Fisikokimia Dan Organoleptik Flakes Tempe**. Universitas Muhammadiyah Malang. Diakses : 1 April 2015.
- Janathan. 2007. **Karakteristik Fisikokimia Tepung Bekatul serta Optimasi Formulasi dan Pendugaan Umur Simpan Minuman Campuran Susu Skim dan Tepung Bekatul**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Juliana. 2008. **Pengaruh Suhu Pengeringan Terhadap Mutu Tepung Siput Laut (*Littoraria scabra*)**. Jurnal Fakultas Perternakan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Kartika, B., Hastuti, P dan Supartono, W. 1988. **Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan**. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Yogyakarta.
- Khasanah, U. 2004. **Formulasi, Karakterisasi Fisiko-Kimia dan Organoleptik Produk Makanan Sarapan Ubi Jalar (*Sweet Potato Flakes*)**. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kanoni, S. 1993. **Kajian Protein Daging Fase Pre-Rigor Selama Pendinginan Sebagai Emulsifier Sosis**. Agritech. Majalah Ilmu dan Teknologi Pertanian ISSN:0216-0455. Volume 13. No. 3. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. 2014. **Statistik Perikanan Indonesia**. Jakarta.
- KKPNews. (2016). **Indonesia Produsen Rumput Laut Cottonii Terbesar Dunia**. Humas Ditjen Perikanan Budidaya : Jakarta.
- Kuo WY, Lai HM. (2009). *Effects Of Reaction Condition On The Physicochemical Properties Of Cationic Starch Studied By RSM*. Carbohydrate Polymers.

- Lakkakula, N.R., Lima, M., and Walker T. 2003. *Rice Bran Stabilization and Rice Bran Oil Extraction Using Ohmic Heating*. Department of Biological and Agricultural Engineering, Louisiana State University.
- Listiyana, D. 2014. **Substitusi Tepung Rumput Laut (*Euchema cottonii*) Pada Pembuatan Ekado sebagai Alternatif Makanan Tinggi Yodium Pada Anak Sekolah**. Skripsi, Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Keolahraagaan, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Ma'arif, M.S., Machfud dan M. Sukron. 1989. **Teknik Optimasi Rekayasa Proses Pangan**. P AU-Pangan dan Gizi IPB, Bogor.
- Manley, D. J. 1983. *Technology of Biscuit, Creackers, and Cookies*. Ellis Howard Limited, London.
- Megi. 2008, **Mempelajari Pengaruh Penambahan Tepung Rumput Laut (*Kappaphycus alvezii*) terhadap Karakteristik Fisik Surimi Ikan Nila (*Oreochromis sp.*)**, Skripsi, Institut Pertanian Bogor.
- Muchtadi, T. R., Hariyadi, P., Ahza, A. B. 1988. **Teknologi Ekstruksi**. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mulyati, S. 2007. **Pengaruh Perbandingan Tepung Bekatul (*Rice Bran*) Dengan Tapioka (*Manihot utilissima* POHL.) dan Konsentrasi Sukrosa Terhadap Karakteristik Makanan Sarapan *Flakes* Bekatul (*Rice Bran Flakes*)**. Tugas Akhir, Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.
- Nugraha, D. 2014. **Optimasi Formulasi *Food Bar* Berbahan Tambahan (Isolat Soy Protein, Dekstrin, dan Madu) Menggunakan Program *Design Expert* Metoda *D-Optimal***. Skripsi, Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan. Bandung.
- Nursalin, Y. 2007. **Bekatul Pangan Yang Menyehatkan**. Jakarta : Agromedia.
- Potter, N. N, and J. Hotchkiss. 2005. *Food Science, Fifth Edition*. Springer.
- Rakhmawati, Novia., Bambang S. A., dan Danar P. 2014. **Formulasi dan Evaluasi Sifat Sensoris dan Fisikokimia Produk *Flakes* komposit Berbahan Dasar Tepung Tapioka, Tepung Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris L.*) dan Tepung Konjac (*Amorphophallus oncophillus*)**. Jurnal Teknologi Pangan Vol.3 No.1. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret.
- Radley, J. A. 1976. *Starch Production Technology*. Applied Science Publisher Ltd. London.

- Roberts M, and B. Quemener. 1999. *Measurement of Carrageenans in Food Journal Food Science and Technology* Vol. 10.
- Saenjum, C., Chaiyasut, C., Chansakaow, S., Suttajit, M., and Sirithunyalug, B. 2012. *Antioxidant and anti-inflammatory activities of gamma-oryzanol rich extracts from Thai purple rice bran. Journal Medical Plants Research* 6: 1070-1077.
- Setiaji, B. 2012. **Pengaruh Suhu dan Lama Pemanngangan Terhadap Karakteristik Soy Flakes (*Glycine max* L).**Program Studi Teknnologi pangan. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan. Bandung.
- SNI No. 01-3556-1994. 1994. **Garam Dapur.** Depertemen Perindustrian Republik Indonesia.
- SNI No. 01-4270-1996. 1996. **Susu Sereal.** Badan Standarisasi Nasional.
- Suprapti, L. 2005. **Tepung Tapioka Pembuatan dan Pemanfaatan.** Yogyakarta : Kanisius.
- Swastika, N. D. 2009. **Stabilisasi Tepung Bekatul melalui Metode Pengukusan dan Pengeringsan RAK Serta Pendugaan Umur Simpannya.** Skripsi. Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Jawa Barat.
- Syamsir, E., 2008. **Produk Sereal Sarapan,** <http://id.shvoong.com/product/>, Diakses : 1 April 2015.
- Tamtarini dan S. Yuwanti. 2005. **Pengaruh Penambahan Koro-Koroan terhadap Sifat Fisik dan Sensorik Flake Ubi Jalar.** Jurnal Teknologi Pertanian, Vol. 6 No. 3 : 187-192.
- Tegar, T. 2010. **Optimasi Formulasi Breakfast Meal Flakes (Pangan Sarapan) Berbasis Tepung Komposit Talas, Kacang Hijau, dan Pisang.** Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor. Jawa Barat.
- Tribelhorn, Holand. E. 1991. *Handbook of Cereal Science and Technology.* Marcel dekker Inc, Newyork, Basel Hongkong.
- Walker, J. S. 2007. *Physics.* 3rd edition. Pearson Education, Inc., Upper Saddle River.
- Whiteley PR. 1971. *Biscuit Manufacture.* Applied Science Publishing, Ltd. London.

- Wijayanti, Sudarma D., Tri D., Widyaningsih., dan Dzulvina U., 2015. **Evaluasi Nilai Cerna *In Vitro* Sereal *Flake* berbasis Ubi Jalar Oranye Tersuplementasi Kecambah Kacang Tunggak**. Jurnal Teknologi Pertanian Vol. 16 No. 1. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian . Universitas Brawijaya.
- 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.
- Winarno, F.G. 2008. **Teknologi Pengolahan Rumput Laut**. Jakarta : Pustaka Sinar Harapan.
- Wulandari, M. dan Handarsari, E., 2010. **Pengaruh Penambahan Bekatul Terhadap Kadar Protein dan Sifat Organoleptik Biskuit**. Jurnal Pangan dan Gizi Vol 01 No.02. Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Semarang. Semarang.
- Yani, H. I. 2006. **Karakteristik Fisika Kimia Permen *Jelly* dari Rumput Laut *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii***. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.