

# Aplikasi Design Expert Pada Keju Analog

*by* Yudi Garnida -

---

**Submission date:** 01-Nov-2021 03:20PM (UTC+0700)

**Submission ID:** 1689835515

**File name:** 23.\_20210601\_Buku\_Keju\_Analog.pdf (14.78M)

**Word count:** 22479

**Character count:** 129137



BUKU MONOGRAF

# APLIKASI DESIGN EXPERT PADA KEJU ANALOG

Dr. Ir. Yusman Taufik, M.S  
Dr. Ir. Yudi Garnida, M.S





Buku Monograf

*Aplikasi Design Expert*  
**Pada Keju Analog**

Dr. Ir. Yusman Taufik, M.S  
Dr. Ir. Yudi Garnida, M.S

**Buku Monograf  
Aplikasi *Design Expert*  
Pada Keju Analog**

Penyusun:  
Dr. Ir. Yusman Taufik, M.S dan Dr. Ir. Yudi Garnida, M.S

Editor: M. A.P  
Desain Sampul: M. Revaldi  
Desain Isi: Mutiara A.

Penerbit:  
**MANGGU MAKMUR TANJUNG LESTARI**  
(ANGGOTA IKAPI)  
Bandung—Indonesia  
www.penerbitmanggu.co.id

**2021**

116 hlm.; 17,5 cm × 25 cm  
ISBN 978-623-6003-18-3

**Sanksi Pelanggaran Pasal 113 Undang-Undang  
Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta**

1. Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf i untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (seratus juta rupiah).
2. Setiap orang yang dengan tanpa hak dan atau tanpa izin pencipta atau pemegang hak cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi pencipta sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan atau huruf h, untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap orang yang dengan tanpa hak dan atau tanpa izin pencipta atau pemegang hak melakukan pelanggaran hak ekonomi pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan atau huruf g, untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

©Hak Cipta dilindungi Undang-Undang  
Diterbitkan oleh Penerbit Mangu Makmur Tanjung Lestari  
Bandung, 2021



## Kata Pengantar

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan Karunia-Nya, sehingga dengan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan buku monograf ini. Selama penulis menyelesaikan buku ini banyak sekali menghadapi kendala, untuk itu penulis sadar tanpa dukungan dan bantuan baik moril maupun materil dari berbagai pihak belum tentu buku ini dapat diselesaikan. Pada kesempatan ini rasanya tidak berlebihan apabila menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Prof. Dr. Ir.H. Edy Jusuf, Sp, M.Si., M. Kom., IPU, Rektor Universitas Pasundan, yang telah memberikan dukungan dan kesempatan kepada kami dalam menyelesaikan penyusunan buku ini.
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Pasundan, yang telah memberikan support dan perhatian yang sangat besar terhadap kami.
3. Dr. Ir. Yusep Ikrawan, M.Sc., Ketua Jurusan Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan atas dukungan dan bantuannya selama penyusunan buku ini.
4. Dwi Putri Nurhayati, ST, alumni Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik Universitas Pasundan yang telah membantu dalam penyusunan buku ini.
5. Rekan seprofesi para dosen di Jurusan Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan dan Laboran di Laboratorium Jurusan Teknologi Pangan.

Sembah sujud dan terima kasih yang tidak terhingga disampaikan kepada orang tua Kami yang telah membesarkan, mengasuh dan mendidik dengan segala kesabaran dan penuh kasih sayang. Sudah sepantasnya persembahkan istimewa ini disampaikan kepada istri dan anak-anak Kami tercinta yang membantu dengan doa

dan kesabaran. Dengan kebesaran Allah SWT mudah-mudahan semua pihak yang telah membantu dan berjasa kepada penulis selama penelitian dan penulisan buku ini senantiasa dilimpahkan rahmat dan Karunia-Nya. Amin Yaa Rabbal Alamin.

Bandung, 1 April 2021

Penulis,  
Dr. Ir Yusman Taufik, M.S  
Dr. Ir. Yudi Garnida, M.S



## Daftar Isi

Kata Pengantar.....	iii
Daftar Isi.....	iv
Bab 1 Pendahuluan.....	1
Bab 2 Rumusan Masalah.....	5
Bab 3 Tujuan Penelitian.....	11
Bab 4 Metodologi.....	13
4.1. Bahan dan Alat.....	14
4.2. Metode Penelitian.....	14
4.2.1. Rancangan Percobaan.....	23
4.2.2. Rancangan Analisis.....	23
4.2.3. Rancangan Respon.....	24
4.3. Deskripsi Penelitian.....	25
4.3.1. Deskripsi Penelitian Tahap 1.....	25
4.3.2. Deskripsi Penelitian Tahap 2.....	25
4.4. Prosedur Penelitian.....	29
4.4.1. Diagram Alir Penelitian.....	30
4.4.2. Prosedur Penelitian Tahap 2.....	31
Bab 5 Tinjauan Pustaka.....	33
5.1. <i>Edam Cheese</i> .....	34
5.2. <i>Cheddar Cheese</i> .....	36

5.3. <b>Isolat Soy Protein</b> .....	40
5.4. <b>Tepung Maizena</b> .....	43
5.5. <b>Minyak Nabati</b> .....	45
5.6. <b>Garam</b> .....	46
5.7. <b>Air</b> .....	48
5.8. <b>Emulsifier</b> .....	49
5.9. <b>Asam Asetat</b> .....	50
5.10. <b>Spreadable Cheese Analogue</b> .....	51
5.11. <b>Design Expert Versi 7</b> .....	52
Bab 6 Hasil dan Pembahasan .....	55
6.1. Hasil Penelitian Pendahuluan .....	56
6.2. Hasil Penelitian Utama .....	56
6.2.1. Asam Lemak .....	57
6.2.2. Asam Amino .....	59
6.2.3. Kadar Air .....	61
6.2.4. Viskositas .....	63
6.2.5. Aroma .....	64
6.2.6. Tekstur .....	
6.2.7. Rasa .....	67
6.2.8. <i>Spreadability</i> .....	69
6.2.9. <i>Spoondable</i> .....	71
6.3. Formulasi Optimasi Terpilih .....	72
6.3.1. Respon Kimia Formulasi Terpilih .....	75
6.3.2. Respon Fisik Formulasi Terpilih .....	76
6.3.3. Respon Organoleptik Formulasi Terpilih .....	77
Bab 7 Kesimpulan .....	79
Daftar Pustaka .....	81
Lampiran .....	86
Biodata Penulis .....	106



# Bab 1

## Pendahuluan

Susu merupakan bahan pangan dengan kandungan nutrisi lengkap dalam porsi yang seimbang. Secara alamiah yang dimaksud susu adalah hasil perahan sapi atau hewan menyusui lainnya yang dapat dikonsumsi atau dapat digunakan sebagai bahan makanan yang aman dan sehat serta tidak dikurangi komponen-komponennya atau ditambah bahan-bahan lain.

Salah satu proses pengolahan susu adalah pembuatan keju yang secara ekonomis dapat meningkatkan nilai jualnya. Keju merupakan bahan makanan kaya protein penting bagi kesehatan. Selama ini sebagian masyarakat masih menganggap keju sebagai makanan yang mewah dan mahal. Banyak masyarakat yang belum mengerti cara pembuatan keju sehingga menimbulkan kesan bahwa pembuatan keju sangat sulit. Keju merupakan pangan sumber protein dan sumber kalsium. Namun kandungan asam lemak jenuh yang tinggi pada keju menjadi pembatas bagi sebagian orang untuk mengkonsuminya. Lemak jenuh banyak dihindari karena jenis lemak ini dapat meningkatkan kolesterol dalam darah. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa asam lemak jenuh meningkatkan resiko penyakit jantung sebesar 17%. Oleh karena itu, saat ini produk pangan lemak rendah banyak tersedia di pasar dan meluas pada pengembangan produk baru termasuk olahan susu (Damayanthi, 2015).

Keju adalah salah satu produk hasil fermentasi yang berbahan dasar susu dan diproduksi berbagai rasa dan bentuk. Keju merupakan protein susu yang digumpalkan dimana penggumpalan ini terjadi karena adanya enzim rennet (atau enzim lain yang cocok) atau melalui fermentasi asam laktat, komponen-komponen yang menyusun keju adalah lemak, air, protein, laktosa, kalsium, dan fosfor, dimana komposisinya tergantung pada jenis keju.

Keju merupakan pangan serba guna yang biasanya ada pada menu sebagai perangsang selera. Sebagai perangsang selera keju biasa dijumpai sebagai keju untuk pasta, keju olesan atau keju irisan. Keju sudah banyak dikenal oleh masyarakat memiliki nilai gizi yang tinggi. Citarasa keju yang memiliki aroma dan rasa yang khas dapat mencirikan suatu makanan memiliki segmentasi secara khusus.

Kebutuhan keju di Indonesia terus meningkat. Berdasarkan data tahun 2018, konsumsi keju nasional sekitar 19.000 ton per tahun, meningkat 20% dibanding tahun 2017. Sedangkan tahun 2019, konsumsi keju mencapai sekitar 21.000 ton per tahun. Kebutuhan keju sebagian dipenuhi dengan cara di impor, impor keju

Indonesia dari Amerika Serikat. Impor keju terus meningkat setiap tahun (BPS, 2020).

Meskipun keju tidak berasal dari Indonesia, tetapi popularitas makanan yang terbuat dari susu ini terus mengalami pertumbuhan dan menjadi salah satu sajian yang disukai oleh masyarakat Indonesia. Keju yang dianggap sebagai produk bergizi karena kandungan kalsiumnya yang berasal dari bahan bakunya, yaitu susu, rasa yang lezat, serta praktis dan mudah dikonsumsi ini mendorong masyarakat Indonesia khususnya masyarakat perkotaan untuk mengonsumsi keju sebagai salah satu pilihan makanan pada menu sarapan, makan siang, ataupun cemilan sehari-harinya.

Hingga saat ini biaya produksi keju sangat tinggi karena enzim rennet yang digunakan dalam proses pembuatan keju sangat mahal dan tersedia dalam jumlah yang terbatas dan tersedia dalam jumlah yang terbatas. Rennet ialah ekstrak abomasum anak sapi yang belum disapih atau mamalia lainnya, sedangkan rennin adalah enzim yang terdapat dalam rennet.

Keju sebagai produk dengan bahan dasar susu, merupakan alternatif yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan protein. Di Indonesia, konsumsi keju masih jarang. Hal ini disebabkan harga keju yang masih mahal di pasaran. Untuk memenuhi kebutuhan keju, maka produksi keju dalam negeri perlu ditingkatkan. Produksi keju haruslah mencoba memberikan alternatif produk keju berharga murah dan memiliki kualitas yang tinggi agar lebih terjangkau masyarakat umum.

*Cheese analogue* adalah substitusi, tiruan sekaligus alternatif lain dari keju. *Cheese analogue* terdiri dari protein susu maupun non susu dan minyak pengganti atau lemak susu yang sebagai pengganti padatan susu. Kelebihan *cheese analogue*, antara lain: tidak mengandung kolesterol, rendah natrium, mengandung protein yang bisa lebih tinggi maupun lebih rendah, bebas laktosa, dan dapat menurunkan biaya produksi (Fawcett, 2006).

Keju *analogue* diperkirakan akan mendapat penerimaan baik dari beberapa golongan masyarakat yang memerlukan diet tertentu, misalnya orang yang memiliki kolesterol tinggi sehingga tidak diperbolehkan mengonsumsi makanan yang tinggi lemak. Selain itu keju *analogue* harga jualnya lebih rendah.

Dalam proses pembuatan keju diperlukan *filler* (bahan pengisi) yang berfungsi untuk meningkatkan tekstur dan mengikat air. Jenis bahan untuk *filler* keju adalah

bahan yang mengandung banyak karbohidrat, diantaranya *Isolat Soy Protein* (ISP) dan tepung maizena. Filler (bahan pengisi) merupakan sumber pati yang ditambahkan dalam produk untuk menambah bobot produk dengan mensubstitusi sebagian produk sehingga biaya dapat ditekan.

Menurut Koswara (1995), *Isolat Soy Protein* (ISP) merupakan bentuk protein yang paling murni, karena memiliki kadar protein minimum 95% dari berat keringnya. ISP bersifat hidrofilik (suka air) karena mempunyai gugus polar seperti gugus karboksil dan amino sehingga memiliki kemampuan untuk menyerap air dan menahannya dalam suatu sistem pangan. ISP memiliki kadar protein 95% sehingga penambahannya pada produk hanya sedikit.

Isolat protein kedelai juga memiliki kemampuan daya serap air yang tinggi. Hal ini disebabkan protein kedelai bersifat hidrofilik (suka air) dan mempunyai celah-celah polar seperti gugus karboksil dan amino yang dapat mengion. Adanya kemampuan mengion ini menyebabkan daya serap air isolat protein kedelai dipengaruhi oleh pH makanan. Daya serap air isolat protein kedelai sangat penting perannya dalam makanan panggang (*baked goods*) karena dapat meningkatkan rendemen adonan dan memudahkan penanganannya. Disamping itu, sifat menahan air akan memperlama kesegaran makanan, misalnya pada biskuit dan roti.



## Bab 2

### Rumusan Masalah



Menurut Campbell dan Marshall (1975), keju olahan dibuat dengan menggiling, memanaskan, dan mencampurkan keju-keju tipe keras. Kemudian mengemulsikannya (membentuk menjadi emulsi), dengan menambahkan tidak lebih dari 3 persen garam anorganik, biasanya sodium sitrat dan sodium fosfat. Keju segar (muda, hijau, atau baru) biasanya dicampur dengan keju matang atau keju tua untuk mendapatkan keju olahan dengan flavor dan aroma sesuai dengan yang dikehendaki. Campuran tersebut biasanya terdiri dari atas satu, dua, atau lebih macam-macam keju asli (keju natural) dan biasa pula berisi pimento, buah-buahan, sayuran, atau daging.

Menurut Fitasari (2009), penambahan tepung terigu memberikan pengaruh penurunan yang sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap kadar air, kadar lemak, kadar protein, dan mutu organoleptik (kesukaan terhadap tekstur, rasa, dan bau) keju Gouda olahan. Tingkat penambahan tepung terigu sebanyak 10% dari berat keju sebagai bahan pengisi pada pembuatan keju Gouda olahan merupakan perlakuan yang terbaik diantara perlakuan yang baik.

Menurut Sorensen (2001), keju olahan merupakan salah satu produk terkenal di dunia sebagai hasil pengembangan keju yang dapat digunakan sebagai bahan dalam berbagai jenis makanan olahan. Bahan utama pada pembuatan keju olahan adalah keju natural dan pengemulsi sebagai bahan pengikat semua komponen bahan dan memperbaiki tekstur.

Menurut Setyawati (2012), perlakuan terbaik berdasarkan penelitian adalah pada penambahan tepung porang sebanyak 0,3% yang menghasilkan nilai intensitas kecerahan (L) 81,23%, intensitas kemerahan (a) 2,17%, intensitas kekuningan (b) 23,1%, daya leleh 4,43; aroma 4,2 (aroma keju kuat), warna 2,2 (agak putih), menghasilkan keju olahan berkualitas ditinjau dari sifat fisik dan organoleptik yang disukai konsumen.

Menurut Soeparno dalam Ovianto (2009) bahwa tujuan dari penambahan bahan pengisi (*filler*), pengikat (*binder*), dan pengompak (*ekstender*) pada proses adalah untuk meningkatkan stabilitas emulsi, meningkatkan daya ikat air, meningkatkan flavor, mengurangi pengkerutan selama pemasakan, meningkatkan karakteristik irisan produk dan mengurangi biaya formulasi. Bahan pengisi yang biasa ditambahkan pada suatu produk adalah tepung gandum, barley, jagung atau beras, pati dari tepung-tepungan tersebut atau dari kentang dan sirup jagung atau padatan sirup jagung. Tepung pengisi mengandung lemak dalam jumlah yang relatif rendah dan

protein dalam jumlah yang relatif tinggi sehingga mempunyai kapasitas mengikat air yang besar dan kemampuan emulsifikasi yang rendah.

Menurut Damayanthi (2015), modifikasi bahan baku dapat mempengaruhi kandungan lemak dan protein keju rendah lemak. Pengurangan kadar lemak pada bahan baku pembuatan keju dapat meningkatkan kadar protein, meningkatkan kekerasan dan menurunkan rendemen keju. Penambahan *fat replacer* berbasis protein dalam pembuatan keju rendah lemak dapat meningkatkan kekerasan atau kekenyalan, sedangkan penambahan *fat replacer* berbasis lemak dapat menghasilkan keju rendah lemak dengan sifat setara keju lemak penuh.

Menurut Nugraha (2015), kadar protein *Cheese Spreadable Analogue* dipengaruhi oleh konsentrasi campuran keju dan bahan pengisi yang digunakan. Penambahan *isolat soy protein* (ISP) berperan sebagai sumber protein nabati pengganti protein hewani. Semakin tinggi konsentrasi penambahan protein kedelai isolat makan akan menghasilkan kadar protein *Cheese Spreadable Analogue* yang tinggi dan penggunaan bahan baku *Cheddar cheese* berpengaruh lebih terhadap sifat organoleptik *Cheese Spreadable Analogue*.

Menurut Damayanthi (2015), modifikasi bahan baku susu menghasilkan keju dengan kadar lemak yang bervariasi. Keju rendah lemak diperoleh dari formula campuran emulsi minyak jagung dengan dispersi *whey protein concentrate* dalam susu skim yang memiliki tekstur yang cukup keras dan kenyal. Keju rendah lemak memiliki rendemen 7,71%, kadar air 48,98%, kadar protein 27,35%, dan kadar lemak 12,25%.

Menurut Palumbo (1972), pemanasan cenderung merusak protein dan menurunkan kemampuan emulsifikasinya. Untuk mengendalikan emulsifikasi secara efektif dapat digunakan garam pengemulsi. Garam pengemulsi berfungsi untuk menstabilkan produk, agar lemak tidak berpisah, dan meningkatkan kehalusan dan tekstur. Sitrat dan fosfat memecah ikatan peptida pada protein, atau melarutkan protein, meningkatkan daya emulsi protein dan memperbaiki tekstur keju.

Menurut McSweeney (2007), salah satu parameter yang utama pada keju adalah tekstur. Penampakan menyeluruh dan rasa di mulut (*mouthfeel*) pada keju lebih dihargai dibanding flavournya. Penambahan pengemulsi pada pembuatan keju akan menciptakan keju yang halus, homogen, stabil, tekstur dan warna merata.

(Menurut Mojiono *et al*, 2010), sifat-sifat keju nabati kacang komak dikaji berdasarkan uji organoleptik terhadap tekstur (lembut, berpasir, sangat berpasir), rasa (asin, tawar, gurih, pahit) dan bau (bau langu, bau gurih, tidak berbau). Secara umum tekstur keju masih dianggap berpasir, meskipun sebagian yang lain dianggap lembut. Sifat tekstur ini dipengaruhi oleh ukuran partikel protein. Partikel protein yang berukuran besar menghasilkan sifat tekstur yang berpasir, misalkan pada perlakuan waktu homogenisasi 3 menit dan suhu 70°C, waktu homogenisasi 5 menit dan suhu 80°C, waktu homogenisasi 9 menit dan suhu 80°C serta waktu homogenisasi 7 menit dan suhu 70°C. Sedangkan partikel yang berukuran kecil menghasilkan sifat tekstur yang lembut, misalkan pada perlakuan waktu homogenisasi 7 menit dan suhu 50°C, waktu homogenisasi 9 menit dan suhu 60°C, serta waktu homogenisasi 11 menit dan suhu 70°C.

Keju ini tidak mengalami pemeraman atau pematangan dalam waktu yang lama sehingga tergolong *unripened cheese* (Wageningen, 2007). Pemeraman menurut Daulay (1991) adalah proses penyimpanan keju selama periode tertentu. Fungsi pemeraman adalah memberikan waktu pada mikrobia untuk merombak senyawa kimia keju sehingga rasa, aroma dan tekstur sesuai dengan karakter keju yang diinginkan.

Menurut Zehren dan Nusbaum (2000), keju olahan juga mempunyai parameter mutu dari kemamp<sup>4</sup>annya meleleh. Uji daya leleh dapat dilakukan dengan uji pelelehan Schreiber. Pada uji ini, keju dipotong berbentuk silinder dengan diameter 39,5 mm dan ketebalan *inc*. Keju tersebut diletakan dalam cawan petri berukuran 15 x 100 mm dengan penutupnya dan dipanaskan dalam oven bersuhu 232°C selama 5 menit. Pelelehan keju yang dihasilkan diukur deng<sup>4</sup>a menggunakan lembar skor yang ada 11 lingkaran di dalamnya. Semakin lebar pelelehannya, maka semakin bes<sup>7</sup>a skor pelelehan yang dihasilkan.

Penelitian ini menggunakan program *design expert* metode *mixture d-optimal* yang digunakan untuk membantu mengoptimalkan produk atau proses. Program ini mempunyai kekurangan yaitu proporsi dari faktor yang berbeda harus bernilai 100% sehingga merumitkan desain serta analisis *mixture design*. Program *Desain expert* metode *mixture d-optimal* ini juga mempunyai kelebihan dibandingkan program olahan data yang lain. Ketelitian program ini secara numerik mencapai 0.001, dalam menentukan model matematik yang cocok untuk optimasi.

Engelina (2013), melakukan penelitian<sup>2</sup> dengan menggunakan program *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal Design* untuk mengetahui keberhasilan metode *Mixture D-Optimal Design* menentukan formula krim optimum. Krim optimum berwarna putih tulang, tidak berbau, tidak terlalu kental, dengan nilai rata-rata daya sebar 18,848 cm<sup>2</sup>, daya lekat 271,667 detik, dan pH 5,4. Uji *t independent* menghasilkan nilai  $p > 0.05$  sehingga efektivitasnya tidak berbeda secara signifikan dengan kontrol positif. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa metode *Mixture Design D-Optimal Design* dapat menghasilkan formula krim optimum.

Menurut Widiharih (2014), dalam menentukan rancangan optimal peran peneliti sangat penting terutama pengetahuan ataupun berdasarkan percobaan yang telah dilakukan terdahulu tentang pola hubungan antara variabel faktor dan variabel respon yang akan dibangun. Pada model nonlinier diperlukan informasi awal tentang nilai parameter dalam model. Masalah rancangan *D-Optimal* selanjutnya merupakan masalah optimasi pada model eksponensial, berdasarkan fungsi determinan.

Menurut Rachmawati (2012), *Software* untuk melakukan optimasi dari sebuah proses atau formula suatu produk dapat menggunakan *Design Expert* versi 7. Program ini dapat mengolah 4 rancangan penelitian yang berbeda, yaitu: *factorial design, combined design, mixture design, dan respon surface method design*. Untuk optimasi formula dari serangkaian campuran komponen yang digunakan, maka dapat dipilih *mixture design*. Terdapat dua syarat dalam memilih *mixture design*, yang pertama adalah komponen-komponen di dalam formula merupakan bagian total dari formulasi. Apabila persentase salah satu komponen naik, maka persentase komponen yang lain akan turun. Syarat kedua adalah respon harus merupakan fungsi dari komponen-komponennya. *Mixture design* dibedakan menjadi dua, yaitu *simplex lattice design* untuk optimasi formula dengan selang konsentrasi komponen-komponen yang digunakan sama dan *non simplex design* untuk optimasi formula dengan selang konsentrasi komponen-komponen yang digunakan berbeda.

*Mixture experiments* atau *design* adalah suatu eksperimen yang memiliki respon yang diasumsikan hanya tergantung pada proporsi relatif dari ingredien yang ada dalam formula dan bukan tergantung pada jumlah ingredien tersebut. Dua kriteria dalam memilih *mixture design*. diantaranya: 1) komponen-komponen di dalam formula merupakan bagian dari total formulasi. Jika persentasi salah

satu komponen naik, maka persentasi komponen yang lain turun. 2) respon harus merupakan fungsi dari proporsi komponen-komponennya. Ada beberapa pilihan dalam *mixture design* 3 yaitu *simplex design* dan *non simplex design*. *Simplex design* digunakan ketika selang konsentrasi komponen-komponen digunakan sama. Bila selang konsentrasi yang digunakan berbeda, maka digunakan *non simplex design*, yaitu *D-optimal* (Anonim, 2005).

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat dirumuskan masalahnya bahwa pemilihan bahan *Edam Cheese*, *Natural Cheddar Cheese*, dan *Isolat Soy Protein* sebagai mengoptimumkan formula *Chesse Spreadable Analogue* dengan penggunaan program *Design Expert* metode *Mixture Design D-Optimal*.



## Bab 3

### Tujuan Penelitian

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

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu untuk memperbaiki karakteristik (rasa, tekstur, dan aroma) produk olahan *Spreadable Cheese Analogue* dengan substitusi keju Edam dan keju *Cheddar* serta penambahan *Isolat Soy Protein* dan menentukan formulasi terbaik dalam pembuatan *Spreadable Cheese Analogue* menggunakan Aplikasi *Design Expert* metode *Mixture Design D-Optimal*.

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai diversifikasi terhadap produk olahan susu, yaitu:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi bagi perkembangan ilmu pengetahuan bagi peneliti, kalangan akademis, dan instansi yang berhubungan dengan teknologi pangan.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai perkembangan ilmu dan teknologi pengolahan keju analogue, sehingga dapat dijadikan sebagai salah pedoman atau alternatif dalam variasi pengolahan susu dan pembuatan keju.
3. Meningkatkan nilai ekonomis keju yang selama ini harganya cukup tinggi.
4. Meningkatkan nilai gizi dari *Cheese Spreadable Analogue* karena seiring dengan perubahan pola konsumsi dan pengetahuan konsumen yang terus meningkat.
5. Mengganti sebagian lemak hewani dengan menggunakan lemak nabati sehingga *Cheese Spreadable Analogue* lebih rendah lemak.
6. Memperoleh sumber pangan baru khususnya keju berbasis analogue yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan akan protein.



## Bab 4 Metodologi

## 4.1. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan pada *Spreadable Cheese Analogue* adalah *Edam Cheese*, *Cheddar Cheese*, *Isolat Soy Protein*, Tepung Maizena, Minyak Nabati, Air, Garam Dapur, Emulsifier (Trisodium Sitrat, Disodium Sulfat), *Distilled Monoglyceride*, dan Asam asetat.

Bahan-bahan kimia untuk analisis *Spreadable Cheese Analogue* adalah aquadest.

Alat-alat yang digunakan dalam produksi *Spreadable cheese analogue* adalah timbangan, wadah plastik, sendok, pisau, *slicer*, spatula, *hand blander*, *mixer*, kompor, dan panci. Sedangkan alat-alat lain yang digunakan dalam analisis adalah viskometer, neraca digital, kertas saring, plastik sampel, benang kasur, penangas, labu dasar bundar, oven, HPLC, dan eksikator.

## 4.2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui dua tahap, yaitu: Tahap 1 dan Tahap 2.

### 1. Penelitian Tahap 1

Penelitian tahap satu dilakukan bertujuan untuk menentukan bahan yang akan diformulasikan pada *Design Expert* metode *Mixture Design* sebagai bahan yang menjadi variabel tetap dan bahan yang menjadi variabel berubah. Bahan-bahan yang digunakan, yaitu: *Edam Cheese*, *Cheddar Cheese*, *Isolat Soy Protein*, Tepung Maizena, Minyak Nabati, Air, Garam Dapur, Emulsifier (Trisodium Sitrat, Disodium Sulfat), *distilled monoglyceride*, dan Asam asetat. Dengan respon yang akan digunakan antara lain kadar asam amino, kadar asam lemak, kadar air, uji viskositas, uji organoleptik terhadap tekstur, rasa, *spreadability*, *spoonability*, dan aroma.

### 2. Penelitian Tahap 2

Pembuatan formulasi yang telah dikeluarkan oleh *Design Expert* metode *Mixture Design* yang kemudian hasil evaluasi rancangan formulasi dari desain rancangan penelitian akan dioptimasi. Program *Design Expert* 7, menghasilkan 6 formula dan terdapat 5 formula yang memiliki nilai leverage mendekati satu ( $\geq 0.5$ ). Sehingga total formula hasil olahan DX7 sebanyak 11 formula.

Tabel 4.1 Variabel berubah dalam formulasi

No	Nama	Batas bawah	Batas Atas
1	<i>Edam Cheese</i>	5	15
2	<i>Cheddar Cheese</i>	5	15
3	<i>Isolat Soy Protein</i>	0.25	10.25

Langkah selanjutnya dilakukan pembuatan ke 11 formula *spreadable cheese analogue*. Hasil rancangan formula dapat dilihat pada tabel dibawah. Kesebelas formula tersebut kemudian diukur kadar asam amino, kadar air, kadar asam lemak, uji viskositas, dan uji organoleptik (aroma, rasa, *spreadable*, *spoonable*, dan tekstur).

Tabel 4.2 Matriks Eksperimen *D-Optimal Mixture Design*

No.	<i>Edam Cheese (%)</i>	<i>Cheddar Cheese (%)</i>	<i>Isolat Soy Protein (%)</i>
1	12.158	5.000	8.092
2	9.923	15.000	0.327
3	5.667	15.000	4.583
4	15.000	6.944	3.306
5	13.067	11.094	1.088
6	8.690	13.243	3.317
7	6.511	11.761	6.917
8	9.828	10.269	5.152
9	8.272	9.047	7.931
10	8.448	6.552	10.250
11	5.248	9.752	10.250

Seluruh formulasi bahan baku dan bahan-bahan lainnya sebagai variabel tetap maupun variabel berubah dihitung neraca komponen, meliputi kadar air, kadar protein, kadar lemak, berdasarkan data dari jurnal penelitian yang sudah ada sebelumnya. Selanjutnya dilakukan uji organoleptik terhadap aroma, tekstur, rasa, *Spreadability*, dan *Spoonability* pada setiap formulasi. Hasil analisis dimasukkan ke dalam tabel data program *design expert* metode *mixture design d-optimal*.

Hasil dari semua respon yang berpengaruh nyata terhadap formula awal yang dibuat tersebut selanjutnya dioptimasi, sehingga menghasilkan formula optimal. Hal tersebut karena respon yang diujikan merupakan karakteristik yang terdapat pada produk (Atmadja,2006). Karakteristik produk Keju adalah lembut, tampak kilap minyak dipermukaan, kemampuan *Spreadability* yang baik, aromanya khas keju, rasanya khas keju, dan ketika di sendok dari *jar* keju tidak banyak menempel di bagian luar sendok. Karakteristik produk keju tersebut akan memberikan gambaran seberapa besar tingkat penerimaan konsumen.

Tabel 4.3 Formulasi 1 *Spreadable Cheese Analogue*

No.	Bahan baku	%	Komponen			
			% Air	% Lemak	% Protein	% Garam
1	<i>Edam Cheese</i>	12,16	5,33	3,09	3,16	0,19
2	<i>Cheddar Cheese</i>	5,00	1,95	1,40	1,35	0,06
3	<i>Isolat Soy Protein</i>	8,09	0,81	0,00	7,28	0,00
4	Tepung Maizena	5	0,55	0,00	0,02	0,00
5	Minyak Nabati	23	0,00	22,54	0,00	0,00
6	Air	43,25	43,25	0,00	0,00	0,00
7	Emulsifier	2	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Asam asetat	0,5	0,00	0,00	0,00	0,00
9	<i>Distilled Monoglyceride</i>	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Garam	1	0,00	0,00	0,00	0,98
	Total	100	51,89	27,03	11,81	0,25

Tabel 4.4 Formulasi 2 *Spreadable Cheese Analogue*

No.	Bahan baku	%	Komponen			
			% Air	% Lemak	% Protein	% Garam
1	<i>Edam Cheese</i>	9,92	4,34	2,52	2,58	0,16
2	<i>Cheddar Cheese</i>	15,00	5,85	4,20	4,05	0,18
3	<i>Isolat Soy Protein</i>	0,34	0,03	0,00	0,31	0,00
4	Tepung Maizena	5	0,55	0,00	0,02	0,00
5	Minyak Nabati	23	0,00	22,54	0,00	0,00
6	Air	43,25	43,25	0,00	0,00	0,00
7	Emulsifier	2	0,00	0,00	0,00	0,00

8	Asam asetat	0,5	0,00	0,00	0,00	0,00
9	<i>Distilled Monoglyceride</i>	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Garam	1	0,00	0,00	0,00	0,98
	Total	100	54,03	29,26	6,95	0,34

Tabel 4.5 Formulasi 4.5 *Spreadable Cheese Analogue*

No	Bahan baku	%	Komponen			
			% Air	% Lemak	% Protein	% Garam
1	<i>Edam Cheese</i>	5,67	2,48	1,44	1,47	0,09
2	<i>Cheddar Cheese</i>	15,00	5,85	4,20	4,05	0,18
3	<i>Isolat Soy Protein</i>	4,59	0,46	0,00	4,13	0,00
4	Tepung Maizena	5	0,55	0,00	0,02	0,00
5	Minyak Nabati	23	0,00	22,54	0,00	0,00
6	Air	43,25	43,25	0,00	0,00	0,00
7	Emulsifier	2	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Asam asetat	0,5	0,00	0,00	0,00	0,00
9	<i>Distilled Monoglyceride</i>	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Garam	1	0,00	0,00	0,00	0,98
	Total	100	52,59	28,18	9,67	0,27

Tabel 4.6 Formulasi 4 *Spreadable Cheese Analogue*

No	Bahan baku	%	Komponen			
			% Air	% Lemak	% Protein	% Garam
1	<i>Edam Cheese</i>	15,00	6,57	3,81	3,90	0,24
2	<i>Cheddar Cheese</i>	6,94	2,71	1,94	1,87	0,08
3	<i>Isolat Soy Protein</i>	3,32	0,33	0,00	2,99	0,00
4	Tepung Maizena	5	0,55	0,00	0,02	0,00
5	Minyak Nabati	23	0,00	22,54	0,00	0,00
6	Air	43,25	43,25	0,00	0,00	0,00
7	Emulsifier	2	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Asam asetat	0,5	0,00	0,00	0,00	0,00
9	<i>Distilled Monoglyceride</i>	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Garam	1	0,00	0,00	0,00	0,98
	Total	100	53,41	28,30	8,78	0,32

Tabel 4.7 Formulasi 5 *Spreadable Cheese Analogue*

No.	Bahan baku	%	Komponen			
			% Air	% Lemak	% Protein	% Garam
1	<i>Edam Cheese</i>	13,08	5,73	3,32	3,40	0,21
2	<i>Cheddar Cheese</i>	11,09	4,33	3,11	2,99	0,13
3	<i>Isolat Soy Protein</i>	1,09	0,11	0,00	0,98	0,00
4	Tepung Maizena	5	0,55	0,00	0,02	0,00
5	Minyak Nabati	23	0,00	22,54	0,00	0,00
6	Air	43,25	43,25	0,00	0,00	0,00
7	Emulsifier	2	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Asam asetat	0,5	0,00	0,00	0,00	0,00
9	<i>Distilled Monoglyceride</i>	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Garam	1	0,00	0,00	0,00	0,98
	Total	100	53,96	28,97	7,39	0,34

Tabel 4.8 Formulasi 6 *Spreadable Cheese Analogue*

No.	Bahan baku	%	Komponen			
			% Air	% Lemak	% Protein	% Garam
1	<i>Edam Cheese</i>	8,69	3,81	2,21	2,26	0,14
2	<i>Cheddar Cheese</i>	13,25	5,17	3,71	3,58	0,16
3	<i>Isolat Soy Protein</i>	3,32	0,33	0,00	2,99	0,00
4	Tepung Maizena	5	0,55	0,00	0,02	0,00
5	Minyak Nabati	23	0,00	22,54	0,00	0,00
6	Air	43,25	43,25	0,00	0,00	0,00
7	Emulsifier	2	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Asam asetat	0,5	0,00	0,00	0,00	0,00
9	<i>Distilled Monoglyceride</i>	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Garam	1	0,00	0,00	0,00	0,98
	Total	100	53,11	28,46	8,84	0,30

Tabel 4.9 Formulasi 7 *Spreadable Cheese Analogue*

No.	Bahan baku	%	Komponen			
			% Air	% Lemak	% Protein	% Garam
1	<i>Edam Cheese</i>	6,52	2,86	1,66	1,70	0,10
2	<i>Cheddar Cheese</i>	11,76	4,59	3,29	3,18	0,14
3	<i>Isolat Soy Protein</i>	6,98	0,70	0,00	6,28	0,00
4	Tepung Maizena	5	0,55	0,00	0,02	0,00
5	Minyak Nabati	23	0,00	22,54	0,00	0,00
6	Air	43,25	43,25	0,00	0,00	0,00
7	Emulsifier	2	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Asam asetat	0,5	0,00	0,00	0,00	0,00
9	<i>Distilled Monoglyceride</i>	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Garam	1	0,00	0,00	0,00	0,98
	Total	100	51,94	27,49	11,17	0,25

Tabel 4.10 Formulasi 8 *Spreadable Cheese Analogue*

No.	Bahan baku	%	Komponen			
			% Air	% Lemak	% Protein	% Garam
1	<i>Edam Cheese</i>	9,83	4,30	2,50	2,56	0,16
2	<i>Cheddar Cheese</i>	10,27	4,00	2,88	2,77	0,12
3	<i>Isolat Soy Protein</i>	5,15	0,52	0,00	4,64	0,00
4	Tepung Maizena	5	0,55	0,00	0,02	0,00
5	Minyak Nabati	23	0,00	22,54	0,00	0,00
6	Air	43,25	43,25	0,00	0,00	0,00
7	Emulsifier	2	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Asam asetat	0,5	0,00	0,00	0,00	0,00
9	<i>Distilled Monoglyceride</i>	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Garam	1	0,00	0,00	0,00	0,98
	Total	100	52,62	27,91	9,98	0,28

Tabel 4.11 Formulasi 9 *Spreadable Cheese Analogue*

No.	Bahan baku	%	Komponen			
			% Air	% Lemak	% Protein	% Garam
1	<i>Edam Cheese</i>	8,27	3,62	2,10	2,15	0,13
2	<i>Cheddar Cheese</i>	9,05	3,53	2,53	2,44	0,11
3	<i>Isolat Soy Protein</i>	7,93	0,79	0,00	7,14	0,00
4	Tepung Maizena	5	0,55	0,00	0,02	0,00
5	Minyak Nabati	23	0,00	22,54	0,00	0,00
6	Air	43,25	43,25	0,00	0,00	0,00
7	Emulsifier	2	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Asam asetat	0,5	0,00	0,00	0,00	0,00
9	<i>Distilled Monoglyceride</i>	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Garam	1	0,00	0,00	0,00	0,98
	Total	100	51,74	27,18	11,75	0,24

Tabel 4.12 Formulasi 10 *Spreadable Cheese Analogue*

No	Bahan baku	%	Komponen			
			% Air	% Lemak	% Protein	% Garam
1	<i>Edam Cheese</i>	8,45	3,70	2,15	2,20	0,14
2	<i>Cheddar Cheese</i>	6,55	2,56	1,83	1,77	0,08
3	<i>Isolat Soy Protein</i>	10,25	1,03	0,00	9,23	0,00
4	Tepung Maizena	5	0,55	0,00	0,02	0,00
5	Minyak Nabati	23	0,00	22,54	0,00	0,00
6	Air	43,25	43,25	0,00	0,00	0,00
7	Emulsifier	2	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Asam asetat	0,5	0,00	0,00	0,00	0,00
9	<i>Distilled Monoglyceride</i>	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Garam	1	0,00	0,00	0,00	0,98
	Total	100	51,08	26,52	13,21	0,21

Tabel 4.13. Formulasi 11 *Spreadable Cheese Analogue*

No	Bahan baku	%	Komponen			
			% Air	% Lemak	% Protein	% Garam
1	<i>Edam Cheese</i>	5,25	2,30	1,33	1,36	0,08
2	<i>Cheddar Cheese</i>	9,75	3,80	2,73	2,63	0,12
3	<i>Isolat Soy Protein</i>	10,25	1,03	0,00	9,23	0,00
4	Tepung Maizena	5	0,55	0,00	0,02	0,00
5	Minyak Nabati	23	0,00	22,54	0,00	0,00
6	Air	43,25	43,25	0,00	0,00	0,00
7	Emulsifier	2	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Asam asetat	0,5	0,00	0,00	0,00	0,00
9	<i>Distilled Monoglyceride</i>	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Garam	1	0,00	0,00	0,00	0,98
	Total	100	50,93	26,61	13,24	0,20

Masing-masing variabel respon akan dianalisis oleh DX7 untuk mendapatkan persamaan polinomial dengan ordo yang cocok (linier, kuadratik, kubik spesial, dan kubik). Terdapat tiga proses untuk mendapatkan persamaan polinomial yaitu berdasarkan sequential model sum of squares [Type I], *lack of fit test*, dan *model summary statistics*. Ketiga proses ini dapat dilihat pada kolom *fit summary*.

Proses pemilihan model yang pertama (*Sequential Model Sum of Squares [Type I]*) dan kedua (*lack of fit*) adalah berdasarkan nilai "Prob>F". Proses pertama model ordo yang dipilih adalah model yang memiliki nilai "Prob>F" lebih kecil atau sama dengan 0.05 (signifikan). Pada proses kedua model ordo yang dipilih adalah model yang tidak memiliki *lack of fit* atau lebih besar atau sama dengan 0.1 (tidak signifikan) (Isnaeni, 2007).

Proses yang ketiga berdasarkan model *summary statistics*. Parameter yang dilihat untuk menentukan model terbaik adalah model yang mempunyai "*Adjusted R-Squared*" dan "*Predicted R-Squared*" maksimum (mendekati 1.0). Berdasarkan ketiga proses tersebut, program DX7 akan memberikan saran model polinomial dengan ordo terbaik untuk masing-masing respon (Isnaeni, 2007).



Program Design Expert menggunakan tabel *fit summary* untuk memilih model terbaik. Skor model dinyatakan sebagai:

Skor1 = (M) (L) (*Pred R-Squared*)

Skor2 = (M) (L) (*Adj R-Squared*)

Dimana:

M adalah Skor dari *Sequential Model Sum of Squares*:

M = 1 jika nilai Prob>F kurang dari atau sama dengan 0.05

M = 0.5 / (Prob>F) jika nilai Prob>F lebih besar dari 0.05

M = 0 jika model "is aliased"

L adalah skor dari *Lack of Fit*:

L = 1 jika nilai Prob>F lebih besar atau sama dengan 0.10 (atau tidak ada *lack of fit*)

L = (Prob>F)/0.10 jika nilai Prob>F lebih kecil dari 0.10

Model terbaik yang akan dipilih adalah model dengan skor 1 tertinggi. Jika satu model memiliki nilai tertinggi pada skor 1 sedangkan model dengan nilai tertinggi pada skor 2 adalah model berbeda, maka kedua model akan tetap disarankan dan peneliti harus memilih diantara kedua model tersebut (Anonim, 2005).

Program DX7 selanjutnya menampilkan hasil analisis ragam atau ANOVA. Suatu variabel respon dapat dikatakan berbeda nyata (signifikan) pada taraf signifikansi 5% apabila nilai Prob>F hasil analisis lebih kecil atau sama dengan 0.05. Variabel respon yang signifikan dapat digunakan sebagai model prediksi pada tahap optimasi. Variabel-variabel respon tersebut selanjutnya digunakan sebagai model prediksi untuk mendapatkan formula optimal (Isnaeni, 2007).

Analisis program DX7 memperlihatkan bahwa dari 3 proses pemilihan model polinomial, model yang signifikan untuk rendemen pada taraf 0.05 adalah linier. Pada proses pertama, yaitu *sequential model sum of squares [Type I]*, nilai Prob>F model linier lebih kecil dari 0.05 yaitu F lebih besar dari 0.1 yaitu 0.50. Proses ketiga yaitu Model *Summary Statistic* merekomendasikan model linier karena memiliki nilai *Adjusted R-Squared* dan

*Predicted R-Squared* yang paling tinggi dibanding model lainnya, yaitu 0.80 dan 0.76 (Isnaeni, 2007).

#### 4.2.1. Rancangan Percobaan

Penentuan formula optimum terdiri dari empat tahap, yaitu tahap perencanaan formula, tahap formulasi, tahap analisis, dan tahap optimasi. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan variabel-variabel yang akan dikombinasi beserta konsentrasinya, lalu menentukan respon yang akan diukur yang mempunyai fungsi dari komponen-komponen penyusun produk. Tiap-tiap variabel respon akan dianalisis oleh DX7 untuk mendapatkan persamaan D-optimal dengan ordo yang cocok (*linier, quadratic, cubic*). Persamaan D-Optimal bisa didapatkan dari tiga proses yaitu berdasarkan *sequential model sum of squares [Type I]* untuk model yang mempunyai nilai "Prob > F" lebih kecil atau sama dengan 0,05 (*significant*), *lack of fit test* untuk model yang mempunyai nilai "Prob > F" lebih besar atau sama dengan 0,1 (*not significant*), dan model *summary statistic*. Model terbaik dapat ditentukan dengan parameter *adjusted R-Squares* dan *Predicted R-Squared* maksimum. Program DX7 menggunakan kolom *summary* untuk memilih model terbaik (Rachmawati, 2012).

#### 4.2.2. Rancangan Analisis

*Design Expert* menyajikan hasil analisis ragam ANOVA. Suatu variabel respon dinyatakan berbeda signifikan pada taraf signifikansi 5% jika nilai "Prob > F" hasil analisis lebih kecil atau sama dengan 0,05 sedangkan jika nilai "Prob > F" hasil analisis lebih besar dari 0,05 maka variabel respon dinyatakan tidak berbeda signifikan. Selanjutnya, variabel-variabel respon ini digunakan sebagai model prediksi untuk menentukan formula optimal. DX7 akan mengolah semua variabel respon berdasarkan kriteria-kriteria yang ditetapkan serta memberi solusi beberapa formula optimal yang terpilih. Nilai target optimasi yang dicapai dinyatakan dengan *desirability* yang dinyatakan nilainya diantara 0 sampai 1. Semakin mendekati 1, semakin mudah suatu formula mendekati dalam mencapai titik formula optimal berdasarkan variabel responnya. Hal ini dapat dicapai dengan memilih variabel uji, nilai target optimasi variabel respon. Nilai *desirability* yang mendekati 1 akan semakin sulit dicapai apabila kompleksitas variabel uji dan nilai target optimasi

semakin tinggi. Optimalisasi dilakukan untuk mencapai nilai *desirability* yang maksimum. Meskipun demikian, tujuan utama optimasi bukan untuk mencari nilai *desirability* sebesar 1 melainkan untuk mencari kombinasi yang tepat dari berbagai komposisi bahan (Rachmawati, 2012).

#### 4.2.3. Rancangan Respon

Rancangan respon yang dilakukan pada penelitian tahap 2 untuk produk *Spreadable Cheese analogue* terdiri dari respon kimia dan respon organoleptik.

##### 1. Respon Kimia

Respon kimia yang dilakukan terhadap produk *Spreadable Cheese analogue* adalah analisis kadar asam lemak metode UPLC, analisis kadar asam amino metode UPLC, dan analisis kadar air metode gravimetri.

##### 2. Respon Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan dari panelis terhadap produk. Panelis yang digunakan dalam pengujian adalah panelis tidak terlatih. Uji organoleptik ini dilakukan dengan metode penerimaan, yaitu skala hedonik, dimana kriteria penilaian berdasarkan tingkat kesukaan panelis terhadap karakteristik dari *Spreadable Cheese Analogue*.

Uji organoleptik terhadap produk *Spreadable Cheese Analogue* yang dihasilkan dilakukan oleh 35 orang panelis dengan parameter yang digunakan dalam uji organoleptik ini meliputi rasa, aroma dan tekstur. Adapun kriteria penilaian yang digunakan dalam uji organoleptik ini ditunjukkan oleh tabel 6.

Tabel 4.14 Kriteria Uji Skala Hedonik

Skala Hedonik	Skala Numerik
Sangat Suka	6
Suka	5
Agak Suka	4
Agak Tidak Suka	3
Tidak Suka	2
Sangat Tidak Suka	1

Data produk terbaik berdasarkan pengujian organoleptik lalu dimasukkan ke dalam aplikasi *Design Expert* metode *Mixture Design D-Optimal* setelah itu aplikasi akan mengolah data dan menghasilkan formula yang optimal.

##### 3. Respon Fisik

Respon fisik yang dilakukan terhadap produk *Spreadable Cheese analogue* adalah uji viskositas menggunakan viskometer cup dan bob.

### 4.3. Deskripsi Penelitian

#### 4.3.1. Deskripsi Penelitian Tahap 1

Prosedur penelitian tahap pendahuluan adalah penentuan fungsi tujuan dan variabel berubah pada pembuatan *Cheese Spreadable Analogue* yang nanti akan diinput ke dalam aplikasi *Design Expert* metode *Mixture Design D-Optimal* sehingga menghasilkan sifat organoleptik dan sifat kimia yang sesuai dengan yang diinginkan.

#### 4.3.2. Deskripsi Penelitian Tahap 2

Adapun tahapan dalam pembuatan *Cheese Spreadable Analogue* adalah sebagai berikut:

##### 1) Persiapan Adonan

Masing-masing bahan pada tahap ini ditimbang menggunakan neraca digital berdasarkan formulasi adonan yang telah didapat dari aplikasi *Design Expert* dan disimpan dalam wadah plastik yang sudah diberi label agar memudahkan di dalam setiap prosesnya. Bahan-bahan terdiri dari *Edam Cheese*, *Cheddar Cheese*, Isolat soy protein, tepung maizena, minyak nabati, air, emulsifier (Trisodium sitrat dan Disodium sitrat), garam, *distilled monoglyceride*, dan asam asetat.

##### 2) Pengecilan ukuran *Cheese*

Pengecilan ukuran *cheese* menggunakan parutan keju yang terbuat dari *stainless steel*, hal ini dilakukan untuk mempermudah tahap selanjutnya yaitu penggilingan menggunakan alat *wire cutter* sehingga menghasilkan *cheese* yang ukurannya lebih kecil.

3) Penggilingan *Cheese*

Penggilingan *cheese* yaitu (*Edam cheese* dan *Cheddar Cheese*) dilakukan untuk mempermudah proses pencampuran dan pemasakan dengan menggunakan alat *mixer stainless steel* selama 3 menit dengan kecepatan mixer 250 rpm/menit sehingga menghasilkan *cheese* membentuk bubuk *cheese* yang selanjutnya akan dimasukan kedalam proses pencampuran.

4) Pencampuran

Bahan-bahan, baik bahan baku utama (*Edam cheese* dan *Cheddar cheese*), bahan pengisi (tepung maizena dan isolat *soy protein*) serta bahan tambahan seperti garam, minyak nabati, pengemulsi (trisodium sitrat dan disodium fosfat), *distilled monoglyceride*, dan asam asetat dicampurkan di dalam wadah *stainless steel* hingga merata dan homogen secara manual menggunakan sendok *stainless steel*.

5) Pemasakan

Proses pemasakan (*cooking*) dilakukan dengan cara tim, dimana panci yang berisi air dipanaskan hingga suhu pemanasan 87°C. Waktu pemasakan 12 menit. kemudian wadah *stainless steel* yang berisi hasil proses pencampuran dimasukan kedalam panci dan dilakukan pengadukan dengan menggunakan *hand blander* yang berkecepatan 22.000 rpm/menit hingga *melting*.

6) Pengisian

Pengisian adalah proses pemindahan produk olahan hasil pemasakan kedalam kemasan plastik yang tahan panas. Proses ini bertujuan untuk mempermudah pada saat pemeraman produk olahan sehingga memperbaiki tekstur.

7) Pemeraman

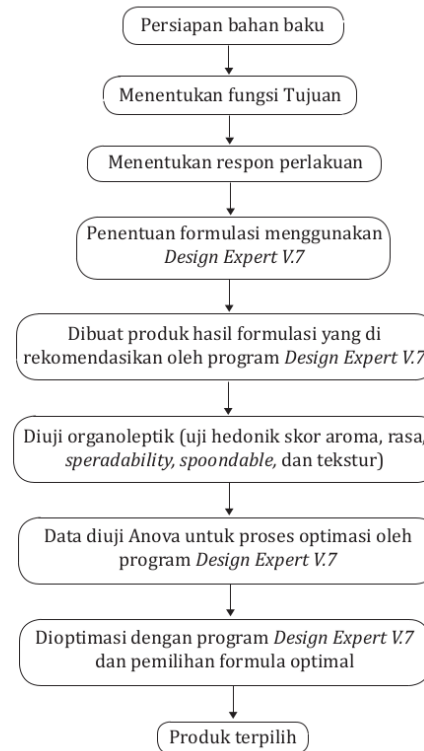
Pemeraman merupakan proses *aging* yang harus dilakukan oleh keju olahan selama beberapa hari agar mendapatkan tekstur sesuai yang diharapkan. Pemeraman dilakukan didalam *refrigerator* dengan suhu 15°C.

**Pembuatan *Spreadable Cheese Analogue***

Gambar	Keterangan
	<p>Penimbangan Bahan baku dan bahan penunjang</p>
	<p>Persiapan Bahan dan bahan penunjang berdasarkan formula yang telah di tentukan sebelumnya</p>
	<p>Hancuran <i>Edam Cheese</i> dan <i>Cheddar Cheese</i></p>

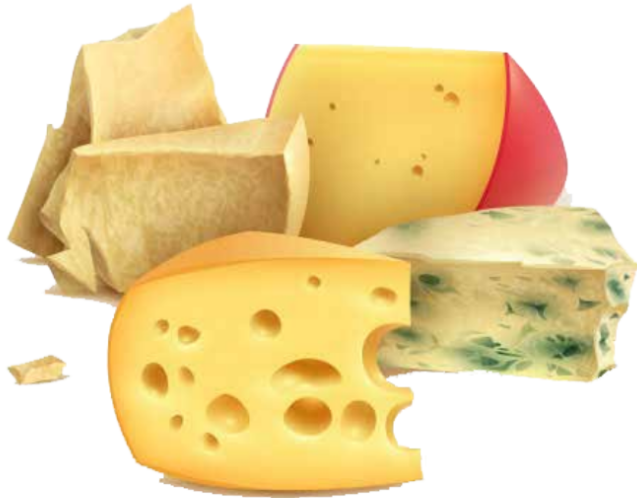
	<p>Pencampuran semua bahan baku dan bahan penunjang</p>
	<p>Pemasakan produk <i>Spreadable Cheese Analogue</i></p>
	<p>Produk <i>Spreadable Cheese Analogue</i></p>

#### 4.4. Prosedur Penelitian



Gambar 4.1. Diagram Alir Penelitian.

#### 4.4.1. Diagram Alir Penelitian



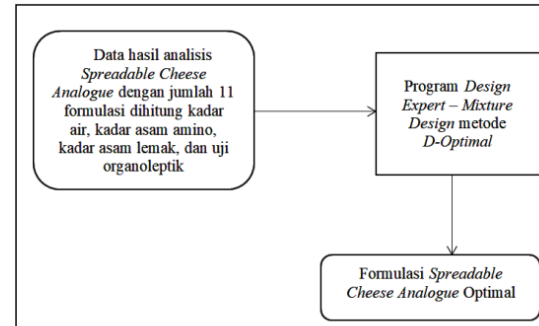
Gambar 4.2. Diagram Alir Penelitian.

2

Keterangan:

\*) Sesuai dengan formulasi yang diberikan oleh *Design Expert - Mixture Design*

#### 4.4.2. Prosedur Penelitian Tahap 2



Gambar 4.3. Diagram Alir Penel.



## Bab 5

### 4 Tinjauan Pustaka

## Tinjauan Pustaka

Bab ini menguraikan mengenai: (1) *Edam Cheese*, (2) *Cheddar Cheese*, (3) *Isolat Soy Protein*, (4) Tepung Maizena, (5) Minyak Nabati, (6) Garam, (7) Air, (8) Emulsifier, (9) Asam Asetat, (10) *Spreadable Cheese Analogue*, dan (11) *Design Expert Versi 7*.

### 5.1. *Edam Cheese*

<sup>4</sup> *Codex Alimentarius International Standard* menyebutkan definisi tentang keju. Menurut standar tersebut, keju adalah produk segar atau dimatangkan (*ripened*) dengan konsistensi padat atau semi padat yang rasio serum protein dibanding kaseinnya tidak melebihi yang terdapat dalam susu yang dihasilkan dengan:

- a) Koagulasi menyeluruh atau sebagian dari bahan baku berikut ini: susu, susu skim, susu skim parsial, krim, krim *whey* atau susu mentega (*butter milk*), yang digunakan sendiri-sendiri atau sebagian dari suatu kombinasi, dengan menggunakan rennet atau bahan koagulasi lain yang sesuai dan dengan pemisahan parsial *whey* yang dihasilkan dari koagulasi tersebut.
- b) Menggunakan teknik manufaktur untuk mengkoagulasi susu dan atau bahan baku yang berasal dari susu dalam rangka menghasilkan suatu produk akhir dengan karakteristik fisik, kimia, dan organoleptik.

<sup>4</sup> Semua produk-produk keju pada dasarnya adalah emulsi minyak dalam air, yaitu emulsi yang memiliki butiran mintak yang terdispersi dalam fase air (McSweeney, 2007). Suhu dapat mempengaruhi ukuran butir minyak yang dihasilkan selama homogenisasi. Pemanasan dapat membantu terbentuknya butiran minyak yang kecil. Dimana, keju yang dipanaskan pada suhu 71°C lebih keras dibandingkan jika dipanaskan pada suhu 65°C. Pemanasan juga menyebabkan bertambahnya air terikat dalam keju olahan (Palumbo, 1972).



Gambar 5.1. Keju *Edam*.

<sup>4</sup> Ada 3 kategori produk keju olahan, yaitu:

1. *Named variety process(ed) cheese and spreadable process(ed) cheese*; jika nama jenis (*variety*) keju tertentu digunakan dalam nama produk keju olahan maka jenis keju olahan tersebut harus mengandung minimum 75 persen jenis keju yang digunakan. Kandungan lemak dalam berat kering bergantung pada kandungan padatan kering yang digunakan.
2. *Process(ed) cheese and spreadable process(ed) cheese*; pada kategori ini boleh menambahkan bahan-bahan produk susu selain krim, mentega, dan minyak mentega. Standar untuk kandungan lemak dalam berat kering bergantung pada kandungan padatan kering yang digunakan.
3. *Process(ed) cheese preparation (Process(ed) cheese food and process(ed) cheese spread)*; pada kategori ini dibolehkan menambahkan gula dari jenis karbohidrat pemanis. Standar untuk kandungan lemak dalam berat kering bergantung pada kandungan padatan kering yang digunakan. Minimal 51 persen dari padatan kering produk akhirnya harus berasal dari keju.

<sup>3</sup> Menurut Purnomo dalam Widyaningrum(2009) keju sebagai produk dengan bahan dasar susu, merupakan alternatif yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan akan protein hewan. Hampir semua keju yang dipasarkan di negara kita adalah keju keras, yaitu keju yang memerlukan tahap pematangan lebih lama sehingga biaya produksi lebih tinggi. Saat ini biaya produksi keju sangat tinggi, karena enzim rennet yang digunakan dalam proses pembuatan keju sangat mahal dan tersedia dalam jumlah yang terbatas.

Ada beberapa faktor yang dapat membedakan jenis keju yaitu asal susu, kadar lemak, metode penggumpalan atau koagulasi, jenis jamur dan proses pematangannya. Berdasarkan bahan dasarnya, keju dapat dibuat dari susu sapi, kambing, domba dan kerbau. Jenis keju juga terlihat dari kandungan lemak, warna, proses atau lama pematangan dan teksturnya. Sedangkan dari sifat teksturnya keju digolongkan menjadi 4 jenis yaitu keju muda atau lunak dengan kadar air >40%, keju setengah lunak atau setengah keras dengan kadar air 36%–40%, keju tua atau keras berkadar air 25%–36% dan keju sangat keras berkadar air <25% (Widyaningrum, 2009).

*Edam Cheese* atau Keju *Edam* berasal dari Belanda, keju tradisional bulat dan berwarna kuning terang ini biasa dilapisi dengan paraffin, rasa keju *Edam* ini sedikit mirip kacang dan tidak berbau tajam. Keju *Edam* tergolong jauh lebih lembut dibandingkan jenis lainnya karena kandungan lemak keju *Edam* lebih rendah.

Keju *Edam* adalah keju tipe semi-*hard*, *rennet-curd cheese*, terutama dibuat dibagian utara negeri Belanda di kota *Edam*. Pembuatan keju *Edam* serupa dengan pembuatan keju *Cheddar*, hanya curdnya tidak boleh menghasilkan asiditas dan tidak digarami. Starter yang digunakan biasanya termasuk organisme pembentuk benang (*rope-forming*). *Curd* yang masih hangat ditempatkan kedalam cetakan kayu dan dilakukan pengepressan selama seminggu dan tiap hari dilumuri garam atau keju yang telah dipress dimasukkan kedalam larutan garam selama 2 bulan. Permukaan keju diberi warna dan dihaluskan dengan minyak *linseed* atau paraffin.

Keju *Edam* Dibuat dari susu skim atau *low fat*. Berwarna kuning muda. Tekstur sedikit lunak ketika masih muda dan berangsur menjadi kuning tua dan teksturnya menjadi keras dan kering setelah lama disimpan. Ciri khas *Edam* dibungkus lilin berwarna merah. Fungsinya selain untuk mempertahankan aroma juga untuk pengawetan.

## 5.2. Cheddar Cheese

Campbell and Platt dalam Komar (2009) keju adalah salah satu bentuk produk pangan hasil olahan dari susu. Prinsip pembuatannya secara umum adalah penggumpalan kasein dari susu, walaupun ada sebagian kecil yang dibuat dengan menggunakan protein *whey*. Kasein dapat dipretipitasi dengan menurunkan pH hingga mencapai titik isoelektriknya dengan menggunakan asam. Selain itu, kasein

juga dapat dikoagulasi dengan menghidrolisa kappa-kasein, yaitu fraksi kasein yang stabil, dengan menggunakan enzim koagulan rennin atau yang sejenisnya.



Gambar 5.2. Keju Cheddar.

Proses pembuatan keju pada tahap pematatan dan fermentasi atau pematangan akan meningkatkan nilai gizi dari keju. Kandungan protein, kalsium, karbohidrat, lemak, zat besi, dan fosfor dari keju akan menjadi lebih tinggi daripada susu segar. Mengonsumsi 100 g keju akan menambah kebutuhan kalsium sehari sebanyak 20-25%. Keju merupakan makanan yang sangat baik untuk membantu pertumbuhan tulang dan gigi terutama pada anak-anak di masa pertumbuhan (Anjarsari, 2010).

Tabel 5.1. Nilai Gizi Keju Cheddar per 100 gram

Protein (g)	Lemak (g)	Kalsium (g)	Besi (g)	Tiamin (g)	Vit. A (g)	Riboflavin (mg)	Vit. C (mg)	6 s a m nikotin (mg)	Energi (kkal)
26	33,5	800	0,5	0,4	310	0,5	0	0,5	406

Berbagai jenis keju yang diproduksi di dunia. Keju memiliki banyak rasa, macam dan jenis yang berbeda-beda tergantung dari jenis susu yang digunakan, metode pembuatan, dan lama fermentasi atau pematangan. Secara umum keju diklasifikasikan berdasarkan konsistensi, lama fermentasi atau pematangan, dan tekstur.



Berdasarkan konsistensi dan lama fermentasi atau pematangan keju digolongkan dalam beberapa kelompok, yaitu:

1. Keju segar tidak mengalami proses pematangan, contohnya *Cottage*, *Ricotta*, *Mascarpone*, dan *Mozzarella*. Keju segar mengandung lebih dari 70% air, berbentuk seperti krim serta tidak begitu awet.
2. Keju lunak memiliki konsistensi yang empuk dan lembut serta memiliki kadar air 36–40% contohnya *Brie*, *Camembert*, *Limburger*, dan *Feta*. Dalam proses pembuatannya keju dimatangkan sekitar 2–4 minggu.
3. Keju iris semikeras memiliki konsistensi yang agak empuk, jika diiris mempunyai bentuk yang tetap contohnya *Bel Paese*, *Blue cheese*.
4. Keju keras mempunyai kadar air 25–36% contohnya *Edam*, *Gouda*, *Cheddar*, dan *Parmesan*. Masa pematangan keju keras minimal selama 3 bulan, keju yang sangat keras kadang dimatangkan sampai dengan 3 tahun. Berdasarkan teksturnya keju keras diklasifikasikan menjadi:

1. Tekstur tertutup

Keju dibuat dengan melakukan pengepresan untuk mendapatkan tekstur yang diharapkan. Keju *Cheddar* merupakan salah satu contoh dari jenis keju bertekstur tertutup.

2. Tekstur terbuka

Keju yang dihasilkan memiliki tekstur dengan lubang-lubang yang tidak beraturan pada permukaannya disebut juga tekstur granular. Contohnya *Swiss cheese*, dan *Gruyere cheese* (Anjarsari, 2010).

<sup>4</sup> Klasifikasi keju dapat dibuat berdasarkan negara asal, proses pembuatannya atau beberapa sifat kegunaannya (Gunasekaran dan Mehmet, 2003). Klasifikasi secara lebih luas, keju dapat dikelompokkan menjadi keju natural dan keju olahan (Langhus, 1974). Keju natural dengan jenis dan variasi yang begitu banyak menyebabkan klasifikasinya begitu rumit. Pembagiannya dapat didasarkan pada tingkat kekerasan, karakteristik pemeraman, dan kadar air (Galloway dan Grawford, 1985). Keju *cheddar* misalnya adalah keju yang berasal dari daerah sebuah desa bernama *Cheddar* di Inggris. Keju ini termasuk tipe keju yang keras dengan kelompok kadar air antara 35–45 persen dan karakteristik pemeramannya, yaitu dengan bakteri dan tekstur tertutup (tanpa lubang)(Galloway dan Grawford, 1985).

<sup>6</sup> Keju *cheddar* merupakan keju keras dengan tekstur tertutup. Bahan baku pembuatan keju *cheddar* adalah susu dengan kadar lemak 48% dan kelembabannya 39%. *Streptokoki* asam laktat yang mesofilik merupakan mikroorganisme yang digunakan untuk memproduksi keju *cheddar*. Suhu saat pengolahan diatur rendah dan keasaman diatur tinggi selama proses berlangsung, kemudian ditambahkan dengan garam dipres atau ditekan dan melalui gilingan yang berfungsi seperti ayakan atau gilingan berputar, setelah itu ditambahkan kapang, dipres atau ditekan, dan penambahan parafin sering kali dilakukan untuk mencegah evaporasi. Keju kemudian disimpan pada suhu 15°C dengan tingkat kelembaban 88%. Pengontrolan kelembaban tidak terlalu penting tetapi suhu penyimpanan harus kurang dari 4–6°C hanya untuk selama 4–10 bulan. Proses pematangan dapat terjadi karena adanya enzim yang dihasilkan oleh bakteri starter. Bentuk dari keju yang sudah masak yaitu berbentuk padat tetapi tidak keras. Proses dari pembuatan keju *cheddar* ini tidak jauh berbeda dengan pembuatan keju keras lainnya, tetapi dalam keju *cheddar* perlu diperhatikan perbandingan antara kandungan kasein dan lemak yaitu biasanya 0,68–0,72. Kultur yang digunakan adalah *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, dan beberapa jenis dari bakteri lainnya sesuai dengan keju yang ingin dibuat (Budiyanto, 2004).

Menurut Eckles dalam Widyaningrum (2009) nama varietas keju *Cheddar* berasal dari nama sebuah desa di Inggris. Keju *cheddar* merupakan keju keras yang mengalami proses pematangan. Di Amerika umumnya keju tersebut terbuat dari air susu segar atau air susu pasteurisasi, sedangkan di New Zealand sebagian besar dibuat dari air susu pasteurisasi.

Ciri-ciri keju *cheddar* Amerika mempunyai tekstur halus, konsistensi keras, bentuk kokoh, warna kuning terang hingga dengan pematangan dua sampai dua belas bulan atau lebih. Prinsip pembuatan keju tergantung pada kasein yang terdapat di dalam air susu. Air susu yang akan digunakan untuk pembuatan keju terlebih dahulu diperiksa derajat keasamannya dan pemalsuan terhadap santan, kemudian disaring melalui clarifier untuk mendapatkan air susu yang bersih dan kualitas yang baik.

<sup>4</sup> Pemilihan bahan baku keju natural yang baik merupakan hal yang penting untuk menghasilkan keju olahan yang berkualitas baik. Di beberapa negara, pembuatan keju olahan dilakukan dengan menggunakan hanya satu jenis dengan ber-

bagai tingkat kematangan. Diantaranya yang paling banyak digunakan adalah keju *cheddar* di Amerika Serikat, Inggris, dan Australia; keju *gruyere* dan *mozzarella* di Amerika dan Kanada; dan keju *emmental* di Eropa Barat. Namun, demikian, keju olahan secara umum dibuat dari beberapa jenis keju natural. Keju natural yang digunakan dapat berbeda dalam hal jenis, flavour, tingkat kematangan (umur), tekstur, dan keasaman.

### 5.3. Isolat Soy Protein

Protein kedelai isolat merupakan bentuk protein kedelai yang paling murni, karena kadar protein minimumnya 95% dalam berat kering. Produk ini hampir bebas dari karbohidrat, serat, dan lemak sehingga sifat fungsionalnya jauh lebih baik dibandingkan dengan konsentrat protein maupun tepung atau bubuk kedelai. Isolat protein kedelai dapat dibuat dari tepung kedelai bebas lemak maupun biji kedelai utuh. Isolat protein baik sekali digunakan dalam formulasi makanan, karena dapat berfungsi sebagai pengikat dan pengemulsi. Selain itu, isolat protein kedelai juga dapat berfungsi sebagai zat aditif untuk memperbaiki penampakan produk, tekstur, serta flavor produk. Penggunaan protein kedelai isolat sangatlah luas, diantaranya dapat dipakai dalam pembuatan keju, susu, es krim, daging sintetik, roti, dan biskuit (Koswara, 2002).

Protein kedelai dapat membantu pembentukan emulsi minyak dalam air dan bila emulsi ini telah terbentuk, protein kedelai akan menstabilkannya. Stabilitas emulsi penting, karena emulsifier yang baik tergantung kemampuannya memelihara sistem emulsi pada saat mengalami pemanasan atau pemasakan. Isolat protein kedelai banyak digunakan sebagai emulsifier pada sosis, produk *bakery*, dan sup (Koswara, 2002).



Gambar 5.3. Tepung Isolat Soy Protein.

Protein isolat sebagai bahan campuran dalam makanan olahan dalam kedelai biasanya digunakan dan susu. Protein kedelai isolat baik sekali digunakan dalam formulasi berbagai makanan, juga sebagai bahan pengikat dan pengemulsi dalam produk-produk bentuk daging. Protein kedelai isolat merupakan bahan tambahan yang digunakan dalam campuran adonan sosis, karena kandungan protein yang tinggi dan rendah karbohidrat maka berperan dalam mengikat air dan membentuk sistem emulsi. Protein kedelai isolat biasa digunakan sebagai *binder* dalam produk olahan daging seperti sosis (Soeparno, 1992).

Protein kedelai isolat mempunyai kemampuan dalam menyerap lemak atau minyak. Kemampuan ini digunakan untuk dua tujuan. Pertama, untuk meningkatkan penyerapan lemak hingga dapat mengurangi kehilangan sari karena pemasakan dan menjaga stabilitas dimensinya. Tujuan kedua adalah untuk mencegah penyerapan minyak yang berlebihan. Hal ini disebabkan isolat protein kedelai dapat terdenaturasi oleh panas membentuk semacam lapisan (*coating*) pada permukaan bahan sehingga menghalangi penetrasi lemak (Koswara, 2002).

Protein kedelai isolat juga memiliki kemampuan daya serap air yang tinggi. Hal ini disebabkan protein kedelai bersifat hidrofilik (suka air) dan mempunyai celah-celah polar seperti gugus karboksil dan amino yang dapat mengion. Adanya kemampuan mengion ini menyebabkan daya serap air protein kedelai isolat dipengaruhi oleh pH makanan. Daya serap air protein kedelai isolat sangat penting peranannya dalam makanan panggang (*baked goods*) karena dapat meningkatkan rendemen adonan dan memudahkan penanganannya. Disamping itu, sifat menahan

air akan memperlama kesegaran makanan, misalnya pada biskuit dan roti (Koswara, 2002).

Nilai gizi dari suatu bahan pangan ditentukan bukan saja oleh kadar nutrisi yang dikandungnya, tetapi juga oleh dapat tidaknya nutrisi tersebut digunakan oleh tubuh. Protein yang mudah dicerna menunjukkan tingginya jumlah asam-asam amino yang dapat diserap oleh tubuh dan begitu juga sebaliknya. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi daya cerna protein dalam tubuh adalah kondisi fisik dan kimia bahan. Makin keras bahan, maka akan menurunkan daya cernanya dalam tubuh karena adanya ikatan kompleks yang terdapat di dalam bahan yang sifatnya semakin kuat. Ikatan ini dapat berupa ikatan antar molekul protein, ikatan protein-fitat, dan sebagainya. Sedangkan kondisi kimia yaitu adanya senyawa anti gizi seperti tripsin inhibitor dan asam fitat (Muchtadi, 1989).

Adapun mutu cerna protein dari beberapa protein pangan pada manusia disajikan pada Tabel 5.2.

Protein kedelai isolat cukup kaya sehingga banyak digunakan untuk meningkatkan nilai nutrisi berbagai jenis pangan. Berdasarkan konsentrasi protein yang terdapat dalam pekatan kedelai, terdapat tiga tingkatan kedelai yaitu tepung, konsentrat, dan isolat kedelai. Kandungan tepung pada bungkil kedelai mengandung 40–50% protein. Kadar protein meningkat dari tepung ke konsentrat ke isolat, masing-masing 56%, 72%, dan 96%. Kadar karbohidrat sebaliknya turun dari 33,5% menjadi 7,5% dan 0,3%. Adanya pemanasan akan menginaktivasi antitripsin dan enzim lipoksigenase sehingga tepung yang dihasilkan bergizi tinggi dan bau langunya hilang (Capuholic, 2009).

Tabel 5.2. Mutu cerna protein beberapa protein pangan pada manusia

Sumber Protein	Mutu Cerna (%)	Sumber Protein	Mutu Cerna (%)
Telur	97	Susu, keju	95
Daging, ikan	94	Rice (polished)	88
Kacang tanah	94	Tepung kedelai	86
Jagung, sereal	70	Beans	78
Millet	79	Isolat protein kedelai	95
Wheat whole	86	Oatmeal	86
Wheat flour, white	96	Gluten gandum	99
Rice cereal	75	Wheat, cereal	77
Maize	85	Peas	88

#### 5.4. Tepung Maizena

Tanaman jagung sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia dan hewan. Di Indonesia, jagung merupakan komoditi tanaman pangan kedua terpenting setelah padi. Berdasarkan urutan bahan makanan pokok di dunia, jagung menduduki urutan ke-3 setelah gandum dan padi. Jagung banyak dimanfaatkan sebagai makanan pokok.

Dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan, kedudukan tanaman jagung dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- Kingdom : *Plantae* (tumbuh-tumbuhan)
- Devisi : *Spermatophyta* (tumbuhan berbiji)
- Subdivisi : *Angiospermae* (berbiji tertutup)
- Kelas : *Monocotyledonae* (biji berkeping satu)
- Ordo : *Poales*
- Famili : *Poaceae*
- Genus : *Zea*
- Spesies : *Zea mays*  
(Capuholic, 2009).



Gambar 5.4. Tepung Maizena.

Tepung jagung adalah bentuk hasil pengolahan bahan dengan cara penggilingan atau penepungan. Tepung jagung adalah produk setengah jadi dari biji jagung kering pipilan yang dihaluskan dengan cara penggilingan kemudian di ayak (Suryawijaya, 2009). Pati jagung atau yang dikenal dengan nama dagang maizena, merupakan produk olahan jagung yang diperoleh dari hasil penggilingan basah (*wet milling*) dengan cara memisahkan komponen-komponen non-pati seperti serat kasar, lemak, dan protein (Merdiyanti, 2008).

Karakteristik fungsional pati untuk aplikasi bahan pangan sangat ditentukan oleh kandungan amilopektin dan amilosanya. Pati jagung mengandung 73% amilopektin dan 27% amilosa. Komposisi kimia tepung maizena di pasaran dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3. Komposisi kimia Tepung maizena dipasaran

Parameter	Jumlah (%)
Kadar Air	12,6
Kadar Abu	0,3
Kadar Protein	0,54
Kadar Lemak	0,77
Kadar Karbohidrat	85,79

Sumber: (Merdiyanti, 2008).

Menurut SNI 01-3727-1995, tepung jagung adalah tepung yang diperoleh dengan cara menggiling biji jagung (*Zea mays L.*) yang bersih dan baik melalui proses pemisahan kulit, endosperm, lembaga, dan tip cap. Endosperm merupakan bagian biji jagung yang digiling menjadi tepung dan memiliki kadar karbohidrat yang tinggi. Kulit memiliki kandungan serat yang tinggi sehingga kulit harus dipisahkan dari endosperm karena dapat membuat tepung bertekstur kasar, sedangkan lembaga merupakan bagian biji jagung yang paling tinggi kandungan lemaknya sehingga harus dipisahkan karena lemak yang terkandung di dalam lembaga dapat membuat tepung tengik. Tip cap merupakan tempat melekatnya biji jagung pada tongkol jagung yang harus dipisahkan sebelum proses penepungan agar tidak terdapat butir-butir hitam pada tepung (Johnson dan May, 2003).

Tepung jagung memiliki kandungan lemak dan kandungan amilosa yang tinggi sehingga sulit untuk mengikat air selama proses pemasakan. Kandungan lemak pada tepung jagung menyebabkan terhalangnya kontak antara air dengan protein dalam jagung. Sedangkan kandungan amilosa pada jagung memiliki struktur yang kompak sehingga sulit untuk ditembus oleh air. Rendahnya tingkat kemampuan mengikat air inilah yang menyebabkan kemampuan granula pati untuk menggelembung pada gelatinisasi menjadi rendah (Alam, 2010). Tepung jagung juga memiliki mutu yang bervariasi, tergantung dari jenis jagungnya.

## 5.5. Minyak Nabati

Minyak dan lemak merupakan zat makanan yang penting untuk menjaga kesehatan tubuh manusia. Selain itu lemak dan minyak juga merupakan sumber energi yang lebih efektif dibanding dengan karbohidrat dan protein. Satu gram minyak atau lemak dapat menghasilkan 9 kkal, sedangkan karbohidrat dan protein hanya menghasilkan 4 kkal/gram. Minyak atau lemak, khususnya minyak nabati, mengandung asam-asam lemak esensial seperti 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 5.5. Minyak Nabati.

Lemak dan minyak adalah bahan-bahan yang tidak larut dalam air yang berasal dari tumbuhan dan hewan. Lemak dan minyak yang digunakan dalam makanan sebagian besar trigliserida yang merupakan ester dari gliserol dan berbagai asam lemak. Peran daripada lemak dalam makanan manusia dapat membantu memperbaiki tekstur dari bahan pangan yang diolah (Buckle *et al*, 1987).

Berdasarkan kegunaannya, minyak nabati terbagi menjadi dua golongan. Pertama, minyak nabati yang dapat digunakan dalam industri makanan (*edible oils*) dan dikenal dengan nama minyak goreng meliputi minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak zaitun, minyak kedelai dan sebagainya. Kedua, minyak yang digunakan dalam industri non makanan (*non edible oils*) misalnya minyak kayu putih, minyak jarak (Ketaren, 1986).

## 5.6. Garam

Garam adalah benda padat berwarna putih berbentuk Kristal yang merupakan kumpulan senyawa dengan bagian terbesar *Natrium Chlorida* (>80%) serta senyawa lainnya, seperti magnesium klorida, magnesium sulfat, dan kalsium klorida. Sumber garam yang didapat di alam berasal dari air laut, air danau asin, deposit dalam tanah, tambang garam, sumber air dalam tanah (Burhanuddin, 2001). Komponen-komponen tersebut mempunyai peranan yang penting bagi tubuh manusia, sehingga diperlukan konsumsi garam dengan ukuran yang tepat untuk menunjang kesehatan manusia. Konsumsi garam per orang per hari diperkirakan sekitar 5–15 gram atau 3 kilogram per tahun setiap orang (Winarno, 2004).

Pengolahan bahan makanan yang dilakukan dengan pemberian garam NaCl atau gula pada konsentrasi tinggi, dapat mencegah kerusakan bahan pangan. Pada konsentrasi NaCl sebesar 2–5% yang dikombinasikan pada suhu rendah, cukup untuk mencegah pertumbuhan mikroba *psikrofilik* (Supardi dan Sukanto, 1999).

Garam dapur atau garam laut dibuat melalui penguapan air laut dengan proses sederhana dan meninggalkan sejumlah mineral dan elemen lainnya (tergantung sumber air). Jumlah mineral yang tidak signifikan menambah cita rasa dan warna pada garam laut. Sehingga, tekstur garam laut di pasaran lebih bervariasi. Beberapa diantaranya lebih kasar, namun ada juga yang lebih halus. Garam jenis ini mengandung  $\pm 0,0016\%$  yodium.

Menurut Foster dalam Hariyoko (2015) garam berfungsi membantu pengeluaran protein *whey* dari dadih, membantu mengatur kadar air dan keasaman keju. Selain itu penambahan garam berpengaruh terhadap cita rasa, tekstur, penampakan, kontrol produksi asam laktat, menahan pertumbuhan bakteri pembusukan dan menurunkan kadar air.



Gambar 5.6. Garam.

Garam juga mempengaruhi aktivitas air ( $A_w$ ) dari bahan, jadi mengendalikan pertumbuhan mikroorganisme dengan suatu metoda yang bebas dari pengaruh racunnya. Garam ditambahkan terutama sebagai bahan flavor tetapi juga untuk memperbaiki tekstur sosis dan daya awet (Buckle, *et al*, 1987).

Menurut Scott dalam Nurhaedi (2013) cara penggaraman tergantung pada jenis keju yang dibuat. Kadar garam (natrium klorida) keju biasanya antara 1.5–2.5%,

tetapi untuk beberapa jenis keju ada juga yang mempunyai kadar garam 0.6% atau 5–7%.

## 5.7. Air

Air adalah zat cair yang tidak mempunyai rasa, warna dan bau, yang terdiri dari hidrogen dan oksigen dengan rumus kimiawi H<sub>2</sub>O. Karena air merupakan suatu larutan yang hampir-hampir bersifat universal, maka zat-zat yang paling alamiah maupun buatan manusia hingga tingkat tertentu terlarut di dalamnya. Dengan demikian, air di dalam mengandung zat-zat terlarut. Zat-zat ini sering disebut pencemar yang terdapat dalam air (Linsley, 1991).

Kualitas air untuk berbagai keperluan ditentukan berdasarkan faktor berikut, yaitu sifat fisik, sifat kimiawi, dan sifat mikrobiologi. Sifat fisik yaitu tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, dan tidak keruh. Sifat kimiawi yaitu padatan dan gas yang terlarut, pH, dan kesadahan. Sedangkan sifat mikrobiologi yaitu tidak mengandung mikroorganisme terutama mikroorganisme patogen (Winarno, 2004).

Kebutuhan manusia akan air sangat kompleks antara lain untuk minum, masak, mandi, mencuci, pengolahan dan sebagainya. Menurut perhitungan WHO di Negara-negara maju tiap orang memerlukan air antara 60–120 liter per hari. Sedangkan di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia tiap orang memerlukan air antara 30–60 liter per hari. Di antara kegunaan-kegunaan air tersebut, yang sangat penting adalah kebutuhan untuk minum (Notoatmodjo, 2003).

Air berfungsi sebagai media glutein dengan karbohidrat, larutan garam dan membentuk sifat kenyal glutein. Air yang digunakan sebaiknya memiliki pH 6–9. makin tinggi pH air maka roti yang dihasilkan baik karena absorpsi air meningkat dengan meningkatnya pH. Selain pH, air yang digunakan harus air yang memenuhi persyaratan sebagai air minum, diantaranya tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa (Astawan, 2006).

Air yang digunakan dalam industri makanan pada umumnya harus memenuhi persyaratan tidak berwarna, tidak berbau, jernih, tidak mempunyai rasa dan tidak mengganggu kesehatan. Apabila air yang digunakan tidak memenuhi persyaratan dalam pembentukan pati atau tepung maka dapat meningkatkan kadar abunya sehingga mutu pati menurun.

## 5.8. Emulsifier

Emulsi merupakan suatu sistem yang kurang stabil. Oleh karena itu, diperlukan suatu zat penstabil yang disebut zat pengemulsi atau emulsifier. Emulsifier dapat menstabilkan suatu emulsi karena menurunkan tegangan permukaan secara bertahap. Penurunan tegangan permukaan akan menurunkan energi bebas yang diperlukan untuk pembentukan emulsi menjadi semakin minimal. Artinya emulsi akan menjadi stabil bila ditambah emulsifier yang berfungsi menurunkan energi bebas pembentukan emulsi. Semakin rendah energi bebas pembentukan emulsi maka emulsi akan semakin stabil. Tegangan permukaan menurun karena terjadi adsorpsi oleh emulsifier pada permukaan cairan dengan bagian ujung yang polar berada di air dan ujung hidrokarbon pada minyak.

Menurut McSweeney (2007) fungsi penambahan pengemulsi pada keju olahan adalah mencegah pemisahan protein dan lemak dengan mengubah globula lemak menjadi lebih kecil, melarutkan protein keju, dan mengikat air.

Manfaat emulsifier pangan dapat dikelompokkan menjadi tiga golongan utama, yaitu:

1. Untuk mengurangi tegangan permukaan antara minyak dan air, yang mendorong pembentukan emulsi dan pembentukan keseimbangan fase antara minyak, air, dan pengemulsi pada permukaan yang memantapkan antara emulsi.
2. Untuk sedikit mengubah sifat-sifat tekstur teknologi produk pangan dengan pembentukan senyawa kompleks dengan komponen-komponen pati dan protein.
3. Untuk memperbaiki tekstur produk pangan yang bahan utamanya lemak dengan mengendalikannya polimorf lemak (Cahyadi, 2008).

Monogliserida terbagi menjadi berbagai macam derivat yang juga memiliki peranan khusus pada pengolahan pangan. *Acetylated monoglyceride* merupakan derivat monogliserida yang mampu meningkatkan kualitas lemak, seperti margarin agar bisa menjadi pelarut, pelicin, dan penjaga kekenyalan. Di samping itu, ada juga *distilled monoglyceride* yang memiliki berbagai macam fungsi, yaitu sebagai emulsifier, dispersibler, dan stabilizer pada fase minyak dan air. *Distilled monoglyceride* juga berperan untuk mencegah penggumpalan pada tepung terigu dan makanan yang

mengandung tepung terigu saat didinginkan, menambah kekenyalan dan kelunakan pada margarin untuk mencegah terpisahnya minyak dan air; meningkatkan proses pemutusan khusus dan kestabilan minuman yang mengandung minyak dan protein, dan mencegah penggumpalan pada es krim sehingga es krim menjadi lembut. Selain itu, distilled monoglyceride juga berperan sebagai stabilizer kristalisasi lemak pada mentega dan susu, mempercepat proses fermentasi dan menambah volume roti dengan tekstur yang kuat, dan membantu mencampur permen dan bahan lemak mentah secara mantap dan cepat.

Menurut Caric dan Kalab dalam Nugraha (2015) bahan pengemulsi yang biasa digunakan dalam pembuatan keju olahan adalah  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{NaPO}_3$ ,  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Na}_2\text{HP}_2\text{O}_7$ , kalium, kalsium atau natrium sitrat ( $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ ), natrium tartrat ( $\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ ), atau natrium kalium tartrat.

### 5.9. Asam Asetat

Asam asetat cair adalah pelarut protik hidrofilik (polar), mirip seperti air dan etanol. Asam asetat memiliki konstanta dielektrik yang sedang yaitu 6,2; sehingga bisa melarutkan baik senyawa polar seperti garam anorganik dan gula maupun senyawa non-polar seperti minyak dan unsur-unsur seperti sulfur dan iodin. Asam asetat bercampur dengan mudah dengan pelarut polar atau nonpolar lainnya seperti air, kloroform dan heksana. Sifat kelarutan dan kemudahan bercampur dari asam asetat ini membuatnya digunakan secara luas dalam industri kimia.

Asam asetat diproduksi secara sintesis maupun secara alami melalui fermentasi bakteri. Bakteri-bakteri tersebut terdapat pada makanan dan tanah, sehingga asam asetat secara alami diproduksi pada buah-buahan atau makanan yang sudah basi. Adapun cara yang paling populer dalam pembuatan asam asetat melalui karbonilasi metanol. Dalam proses ini, metanol dan karbon monoksida bereaksi membentuk asam asetat (Riyanto, 2006).

Asam asetat mudah menguap sehingga penyimpanannya harus dengan wadah yang tertutup rapat. Asam asetat diletakkan di tempat yang terhindar dari sinar matahari langsung dan pada suhu ruang atau tidak lebih dari 40°C.

### 5.10. Spreadable Cheese Analogue

Keju olahan atau keju *analogue* merupakan salah satu produk terkenal di dunia sebagai hasil pengembangan keju yang dapat digunakan sebagai bahan dalam berbagai jenis makanan olahan. Bahan utama pada pembuatan keju olahan adalah keju natural dan pengemulsi sebagai pengikat semua komponen bahan dan memperbaiki tekstur (Sorensen, 2001).



Gambar 5.7. Spreadable Cheese Analogue.

<sup>4</sup> *Process Cheese Spread* yang dapat dioles pada suhu kamar dan kadar airnya harus lebih dari 44% atau kurang dari 60%. Selain bahan-bahan susu, pada produk ini dapat digunakan bahan pengatur keasaman, bahan pemanis. Produk mempunyai pH tidak kurang dari 4,0 (Nugraha, 2015).

Keju olahan adalah produk yang diperoleh dengan menggiling, mencampur, melelehkan, dan mengemulsikan dengan pemanasan dan pengemulsi dari satu atau lebih jenis keju dengan atau tanpa penambahan komponen susu dan bahan pangan lainnya seperti bumbu, buah, sayur, dan daging (Kapoor and Metzgel, 2008).

*Cheese Spreadable Analogue* merupakan produk keju yang menggunakan bahan baku natural yang lebih sedikit dari keju olahan akan tetapi fisikokimia dan sifat organoleptik sama dengan *Spreadable Processed Cheese* hal ini karena adanya bahan tambahan yang mempengaruhi sifat dari produk yang akan dihasilkan. Perbedaan yang paling dominan pada *spreadable* adalah berada pada penggunaan minyak atau lemak, dimana minyak atau lemak yang digunakan jenis *non-lauric* (Nugraha, 2015).

### 5.11. Design Expert Versi 7

Design expert adalah sebuah program yang digunakan untuk optimasi produk atau proses. Program ini menyediakan rancangan yang efisiensinya tinggi untuk *factorial design*, *response surface methods*, *mixture design techniques*, dan *combined design*. *Factorial design* digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor utama yang mempengaruhi proses atau produk. *Response Surface Methods* digunakan untuk menemukan *setting* proses yang ideal untuk mencapai hasil yang optimal. *Mixture design techniques* digunakan untuk menemukan formulasi yang optimal. *Combined design* digunakan untuk mengkombinasikan variabel-variabel, komponen campuran, dan faktor-faktor kategori dalam satu desain (Anonim, 2005).

*Mixture experiments* atau *design* adalah suatu eksperimen yang memiliki respon yang diasumsikan hanya tergantung pada proporsi relatif dari ingredien yang ada dalam formula dan bukan tergantung pada jumlah ingredien tersebut. Dua kriteria dalam memilih *mixture design* diantaranya: 1) komponen-komponen di dalam formula merupakan bagian dari total formulasi. Jika presentasi salah satu komponen naik, maka presentasi komponen yang lain turun. 2) respon harus merupakan fungsi dari proporsi komponen-komponennya (Cornell, 1990). Ada beberapa pilihan dalam *mixture design* yaitu *simplex design* dan *non simplex design*. *Simplex design* digunakan ketika selang konsentrasi komponen-komponen digunakan sama. Bila selang konsentrasi yang digunakan berbeda digunakan *non simplex design*, yaitu *D-optimal* (Anonim, 2005).

Secara garis besar, dalam aplikasinya program DX7 dibagi menjadi 4 tahap utama. Tahap-tahap tersebut antara lain: (1) Perancangan komposisi formula dan penentuan respon yang ingin diuji; (2) Pembuatan formula yang telah diberikan dan pengukuran respon masing-masing formula; (3) Pemasukkan semua data-data respon yang telah diukur pada lembar kerja DX7; (4) Analisis Signifikansi (ANOVA) dan model matematika yang berlaku untuk masing-masing respon serta penentuan formula optimal sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Keluaran (*output*) dari rancangan percobaan program ini adalah sederet formula yang harus dibuat dan diukur tiap responnya. Penentuan formula optimal pada tahap analisis ditentukan berdasarkan hasil respon yang didapat sesuai dengan keinginan dengan pilihan maksimum, minimum, dalam kisaran (*in range*) atau dengan target tertentu.

Program DX7 selanjutnya akan mengolah semua variabel respon berdasarkan kriteria-kriteria yang ditetapkan dan memberikan beberapa solusi formula yang terpilih. Nilai target optimasi yang dapat dicapai disebut sebagai *desirability*. *Desirability* memiliki nilai 0 sampai 1.0. Kegiatan optimasi merupakan kegiatan untuk mencapai nilai 41 *desirability* maksimum. Namun demikian, tujuan optimasi bukan untuk mencari nilai *desirability* sebesar 1.0 melainkan untuk mencari kondisi terbaik yang mempertemukan semua fungsi tujuan (Anonim, 2005).

Hasil akhir dari tahap analisis berupa formula baru yang ditetapkan berdasarkan sasaran yang telah ditetapkan sebelumnya. Program akan menetapkan beberapa solusi dengan nilai kesukaan (*desirability*) yang berbeda. Semakin tinggi nilai kesukaan (mendekati 1) berarti semakin optimal formula tersebut. Keunggulan dari program DX7 ini adalah dapat mengolah tidak hanya persamaan polinomial berordo 1 yakni tipe mean dan tipe linear tetapi juga dapat mengolah model matematika yang lebih rumit dengan ordo lebih tinggi yakni persamaan pangkat (ordo) 2 yakni tipe kuadrat dan persamaan pangkat (ordo) 3 yakni tipe *cubic* dan tipe *special cubic*. Semakin tinggi pangkat persamaan polinomialnya, maka semakin rumit persamaan polinomialnya serta semakin kompleks korelasi (hubungan) antara masing-masing komponen penyusunnya (Anonim, 2005).

Tujuan dari optimasi adalah untuk meminimumkan usaha yang diperlukan atau biaya operasional dan memaksimumkan yang diinginkan. Dari variabel respon tersebut, akan ada variabel yang dominan atau penting dan variabel yang kurang penting untuk menentukan formula yang paling optimal. Program DX7 telah menyediakan sistem pembobotan ini dengan nama importan. Pada kolom importan terdapat pilihan tanda positif (+), mulai dari positif 1 (+) hingga positif 5 (+++++). Semakin tinggi tingkat kepentingan dari atribut atau respon yang diukur terhadap produk, semakin banyak tanda (+) yang harus diberikan. Pada penelitian ini ditetapkan atribut yang memiliki tingkat kepentingan sama tingginya adalah daya rehidrasi dan densitas kamba, yaitu positif 4 (++++), dan atribut rendemen dan kelengketan yang memiliki tingkat kepentingan positif 3 (+++). Alasan pemilihan tingkat kepentingan tersebut didasarkan pada sifat-sifat pangan (Isnaeni, 2007).



Meskipun demikian, variabel respon yang didapatkan tidak dapat sepenuhnya sesuai dengan yang ditetapkan. Adapun program DX7 telah memberikan kisaran (*range*) nilai perkiraan (*point prediction*) untuk masing-masing respon. Hal ini bertujuan untuk mengantisipasi ketidaktepatan hasil untuk setiap variabel respon (Hendy,2007).



## Bab 6

### 2 Hasil dan Pembahasan

Bab ini menguraikan mengenai: (1) Penelitian Pendahuluan, (2) Penelitian Utama, dan (3) Formulasi Terpilih.

## 6.1. Hasil Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan ini terdiri dari penentuan fungsi tujuan yaitu menentukan formulasi terbaik *Spreadable Cheese Analogue* dari berbagai macam formula yang dihasilkan oleh program. Setelah penentuan variabel tetap dan variabel berubah, pemilihan variabel ditentukan dari seberapa besar pengaruh bahan terhadap produk yang akan dihasilkan. Variabel dalam penelitian ini adalah *Edam Cheese*, *Cheddar Cheese*, dan *Isolat Soy Protein*. *Edam Cheese* dan *Cheddar Cheese* dipilih karena merupakan bahan dasar dalam pembuatan keju olahan dan pemilihan *Isolat Soy Protein* adalah sebagai bahan pengisi keju.

Keju olahan atau biasa disebut dengan *Process cheese* merupakan keju yang dibuat dengan mencampur keju alami dan menggunakan garam pengemulsi serta bahan-bahan baik dari hasil susu maupun non susu yang diolah menggunakan perlakuan pemanasan dan pencampuran yang kontinu untuk membentuk produk yang homogen dan memiliki ketahanan produk yang lama (Kapoor and Metzger, 2008).

## 6.2. Hasil Penelitian Utama

Penelitian utama merupakan penelitian lanjutan dari penelitian pendahuluan yang diawali dengan pembuatan *Spreadable cheese analogue* dengan 11 formulasi yang diberikan oleh program *Design Expert* metode *mixture design d-optimal* untuk optimasi masing-masing respon kimia maupun respon organoleptik. Program ini akan melakukan optimasi sesuai data variabel dan data pengukuran respon yang dimasukkan. Keluaran dari tahap optimasi adalah rekomendasi formula baru yang optimal menurut program. Formula yang optimal adalah formula dengan nilai *desirability* paling tinggi yaitu 1.

Pembuatan *Spreadable Cheese Analogue* berbahan baku *Edam Cheese*, *Cheddar Cheese* serta bahan pengisi tepung *Isolat Soy Protein* dilakukan sesuai dengan formulasi menggunakan *design expert* metode *mixture design d-optimal* yang merupakan perangkat lunak yang akan memberikan saran model polinomial dengan ordo terbaik untuk masing-masing respon. Selanjutnya program *design expert* me-

nampilkan hasil analisis ragam atau ANOVA. Satu variabel respon dapat dikatakan berbeda nyata (signifikan) signifikansi 5% apabila nilai Probabilitas > F hasil analisis lebih kecil atau sama dengan 0.05. Variabel respon yang signifikan dapat digunakan sebagai model prediksi pada tahap optimasi. Variabel-variabel respon tersebut selanjutnya digunakan sebagai model prediksi untuk mendapatkan formula optimal.

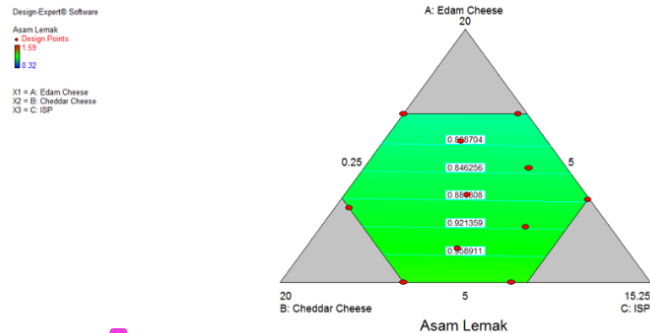
### 6.2.1. Asam Lemak

Berdasarkan lampiran tabel 30 ANOVA metode *Mixture Design* kadar asam lemak *Cheese Spreadable Analogue*, A menyatakan *Edam Cheese*, B menyatakan *Cheddar Cheese*, dan C menyatakan tepung *Isolat Soy Protein*. *Term* yang terdiri satu huruf dinamakan variabel tunggal menyatakan efek linear sedangkan *term* yang terdiri dari dua huruf dinamakan dua variabel yang menyatakan efek interaksi.

Hasil analisis sidik ragam atau uji anova dapat dilihat pada tabel 30 menunjukkan formula yang dibuat tidak berpengaruh nyata (probabilitas > 0.05) terhadap kadar asam lemak yang diuji dengan selang kepercayaan 95%. Analisis sidik ragam yang dilakukan oleh program *Design Expert* metode *Mixture design d-optimal* pada nilai respon kimia asam lemak terhadap formula yang dibuat, menunjukkan model yang dibuat adalah tidak signifikan (probabilitas > 0.05), pada selang kepercayaan 95% dengan nilai  $p=0.82$ . Artinya formula yang dibuat tidak berpengaruh nyata terhadap respon uji skor asam lemak, sehingga nilai respon tersebut tidak dapat digunakan untuk proses optimasi yaitu untuk mendapatkan produk dengan karakteristik yang optimum.

Model polinomial yang digunakan adalah model linear. Persamaan model matematika untuk respon kimia kadar asam lemak pada tabel 31 estimasi merupakan koefisien dari tiap faktor yang terdapat dalam persamaan *conded* sebagai berikut:

Kadar Asam lemak =  $A(0.65)+B(1)+C(0.99)$



Gambar 6.1. Grafik Formulasi Optimal Berdasarkan Respon Kadar Asam lemak.

Grafik di atas menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon kadar asam lemak yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 0,84% dimana batas bawah kadar asam lemak dari keseluruhan formulasi yaitu 0,32% dan batas atas sebesar 1,59%. Untuk mencapai nilai kadar asam lemak sesuai dengan yang diprediksikan oleh program pada pengaplikasian produk *Spreadable Cheese Analogue* harus menggunakan *Edam Cheese* 11,66%, *Cheddar Cheese* 9,75%, dan *Isolat Soy Protein* 3,84%.

Asam lemak, bersama-sama dengan gliserol, merupakan penyusun utama minyak nabati atau lemak pada makhluk hidup. Asam ini mudah dijumpai dalam minyak masak (goreng), margarin, atau lemak hewan dan turunan asam lemak tersebut akan menentukan nilai gizinya. Secara alami, asam lemak terdapat dalam bentuk bebas (karena lemak yang terhidrolisis) maupun terikat sebagai gliserida (Whitney dalam Basmal, 2010). Asam lemak tak jenuh mempunyai fungsi yang lebih kompleks, antara lain sebagai bioregulator endogen dalam pengaturan homeostasis ion, transkripsi gen, signal transduksi hormon, sintesis lemak, serta mempengaruhi pembentukan protein.

Asam lemak yang terkandung dalam *Spreadable Cheese Analogue* adalah asam miristat, asam palmitat, dan stearat yang termasuk ke dalam asam lemak jenuh. kandungan lemak dalam produk banyak berkontribusi terhadap aroma, tekstur, rasa, *spoonable*, dan terutama pada *spreadability* yang dihasilkan.

## 6.2.2. Asam Amino

Berdasarkan lampiran tabel 32 ANOVA metode *Mixture Design* kadar asam amino *Cheese Spreadable Analogue*, A menyatakan *Edam Cheese*, B menyatakan *Cheddar Cheese*, dan C menyatakan tepung *Isolat Soy Protein*. *Term* yang terdiri satu huruf dinamakan variabel tunggal menyatakan efek linear sedangkan *term* yang terdiri dari dua huruf dinamakan dua variabel yang menyatakan efek interaksi.

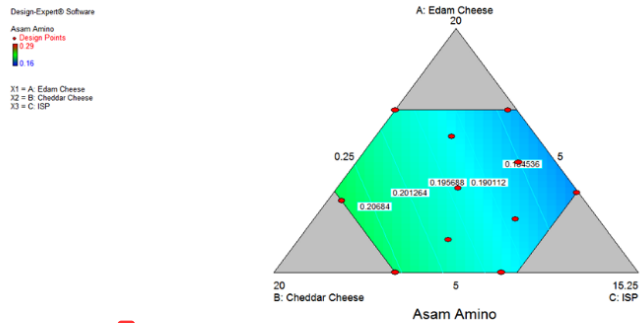
Hasil analisis sidik ragam atau uji anova dapat dilihat pada tabel 32 menunjukkan formula yang dibuat tidak berpengaruh nyata (probabilitas > 0.05) terhadap kadar asam amino yang diuji dengan selang kepercayaan 95%. Analisis sidik ragam yang dilakukan oleh program *Design Expert* metode *Mixture design d-optimal* pada nilai respon kimia asam amino terhadap formula yang dibuat, menunjukkan model yang dibuat adalah tidak signifikan (probabilitas > 0.05), pada selang kepercayaan 95% dengan nilai  $p=0,75$ . Artinya formula yang dibuat tidak berpengaruh nyata terhadap respon uji skor asam amino, sehingga nilai respon tersebut tidak dapat digunakan untuk proses optimasi yaitu untuk mendapatkan produk dengan karakteristik yang optimum.

Persamaan model matematika untuk respon kimia kadar asam amino pada tabel 33 estimasi merupakan koefisien dari tiap faktor yang terdapat dalam persamaan conded sebagai berikut:

$$\text{Kadar Amino} = A(0.19)+B(0.22)+C(0.18)$$

Asam amino yang terkandung dalam *Spreadable Cheese Analogue* adalah tirosin, alanin, dan triptofan.

1 Grafik formulasi optimal berdasarkan respon kadar asam amino dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



1 Gambar 6.2. Grafik Formulasi Optimal Berdasarkan Respon Kadar Asam amino.

Grafik di atas menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon kadar asam amino yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 0,23% dimana batas bawah kadar asam amino dari keseluruhan formulasi yaitu 0,16% dan batas atas sebesar 0,29%. Untuk mencapai nilai kadar asam amino sesuai dengan yang diprediksikan oleh program pengaplikasian produk *Spreadable Cheese Analogue* harus menggunakan *Edam Cheese* 11,66%, *Cheddar Cheese* 9,75%, dan *Isolat Soy Protein* 3,84%.

Asam amino terdiri dari sebuah gugus amino, sebuah gugus karboksil, sebuah atom hidrogen, dan rantai cabang yang terikat pada sebuah atom C. Struktur umum asam amino dalam kondisi netral berada dalam bentuk ion dipolar (ion *zwitter*), seperti pada gambar 2.5. Gugus amino pada asam amino dipolar mendapat tambahan sebuah proton dan gugus karboksil terdisosiasi (Winarno, 2004). Dalam protein terdapat 20 asam amino utama yang berperan sebagai pembangun. Masing-masing asam amino berbeda satu dengan yang lain pada rantai sampingnya atau gugus R, asam amino yang dapat disintesis sendiri oleh makhluk hidup disebut asam amino non-esensial, sedangkan asam amino yang tidak dapat disintesis sendiri dan harus diperoleh dari makanan disebut asam amino esensial (Toha, 2001).

Asam amino yang terkandung dalam *Spreadable Cheese Analogue* adalah tirosin, alanin, dan triptofan. Dan asam amino yang terkandung termasuk ke dalam asam amino non esensial.

### 2 6.2.3. Kadar Air

Kadar air merupakan karakteristik kimia yang sangat berpengaruh pada bahan pangan, karena dapat mempengaruhi kenampakan, tekstur, dan citarasa makanan (Sudarmadji, 2003).

1 Berdasarkan lampiran tabel 34 ANOVA metode *Mixture Design* kadar air *Cheese Spreadable Analogue*, A menyatakan *Edam Cheese*, B menyatakan *Cheddar Cheese*, dan C menyatakan tepung *Isolat Soy Protein*. Term yang terdiri satu huruf dinamakan variabel tunggal menyatakan efek linear sedangkan term yang terdiri dari dua huruf dinamakan dua variabel yang menyatakan efek interaksi.

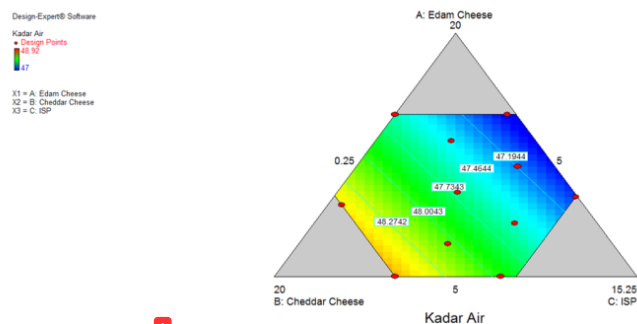
Hasil analisis sidik ragam atau uji anova dapat dilihat pada tabel 34 menunjukkan formula yang dibuat berpengaruh nyata (probabilitas < 0.05) terhadap kadar air yang diuji dengan selang kepercayaan 95%. Analisis sidik ragam yang dilakukan oleh program *Design Expert* metode *Mixture design d-optimal* pada nilai respon kimia kadar air terhadap formula yang dibuat, menunjukkan model yang dibuat adalah signifikan (probabilitas < 0.05), pada selang kepercayaan 95% dengan nilai p = 0,01. Artinya formula yang dibuat berpengaruh nyata terhadap respon uji skor kadar air, sehingga nilai respon tersebut dapat digunakan untuk proses optimasi yaitu untuk mendapatkan produk dengan karakteristik yang optimum.

Persamaan model matematika untuk respon kimia kadar air pada tabel 35 estimasi merupakan koefisien dari tiap faktor yang terdapat dalam persamaan *conded* sebagai berikut:

$$2 \text{ Kadar Air} = A(46.74) + B(49.26) + C(47.17)$$

2 Komponen yang paling besar berkontribusi terhadap skor kadar air adalah interaksi B (komponen *Cheddar Cheese*). Hal ini disebabkan koefisien B paling tinggi nilainya (49.26) bila dibandingkan dengan komponen lainnya.

Grafik formulasi optimal berdasarkan respon kadar air dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 6.3. Grafik Formulasi Optimal Berdasarkan Respon Kadar Air.

Grafik di atas menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon kadar air yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 47,64% dimana batas bawah kadar air dari keseluruhan formulasi yaitu 47,00% dan batas atas sebesar 48,92%. Untuk mencapai nilai kadar air sesuai dengan yang diprediksikan oleh program pada pengaplikasian produk *Spreadable Cheese Analogue* harus menggunakan *Edam Cheese* 11,66%, *Cheddar Cheese* 9,75%, dan *Isolat Soy Protein* 3,84%.

Keju dapat diklasifikasikan menjadi keju keras (kadar air 20-42%), keju semi lunak (kadar air 45-55%), dan keju lunak (kadar air >55%) (Farkye, 2004). Penelitian ini menghasilkan kadar air dengan rata-rata 47,9% sehingga *Spreadable Cheese Analogue* termasuk kedalam kelompok keju lunak.

Kristianti dalam Gunawan (2012) menyatakan bahwa kadar air dalam keju mempengaruhi tekstur keju yang dihasilkan. Kadar air keju dipengaruhi oleh kadar lemak dan kadar proteinnya. Semakin rendah kadar lemaknya maka semakin tinggi kadar protein keju. Semakin tinggi kadar protein maka semakin meningkat kemampuan matriks kasein untuk mengikat air (Damayanthi, 2015).

Peranan garam dalam pembuatan keju memiliki 3 fungsi utama, selain berkontribusi secara langsung terhadap *flavour* dan sumber sodium, garam juga berfungsi untuk *preversi* atau pengawetan karena berpengaruh terhadap pengurangan kadar air dan akan berpengaruh pada penggunaan lebih dari 2% terhadap kadar air (Nugraha,

2015). Dengan rata-rata kadar *spreadable cheese analogue* yang lebih rendah dari standar, yaitu diatas 50% hal ini terjadi karena ada penambahan garam sebanyak 2% berpengaruh berkurangnya kadar air dalam *spreadable cheese analogue*.

## 6.2.4. Viskositas

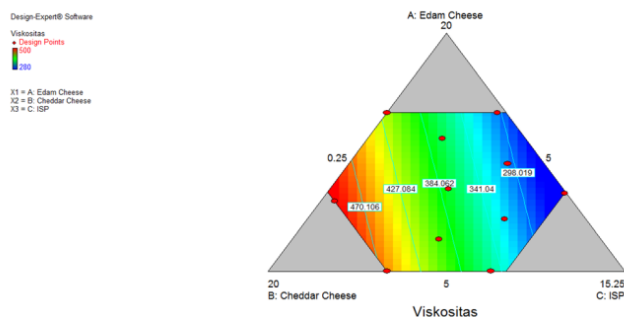
Berdasarkan lampiran tabel 36 ANOVA metode *Mixture Design* respon viskositas *Cheese Spreadable Analogue*, A menyatakan *Edam Cheese*, B menyatakan *Cheddar Cheese*, dan C menyatakan tepung *Isolat Soy Protein*. Term yang terdiri satu huruf dinamakan variabel tunggal menyatakan efek linear sedangkan term yang terdiri dari dua huruf dinamakan dua variabel yang menyatakan efek interaksi.

Hasil analisis sidik ragam atau uji anova dapat dilihat pada tabel 36 menunjukkan formula yang dibuat berpengaruh nyata (probabilitas < 0.05) terhadap respon viskositas yang diuji dengan selang kepercayaan 95%. Analisis sidik ragam yang dilakukan oleh program *Design Expert* metode *Mixture design d-optimal* pada nilai respon kimia viskositas terhadap formula yang dibuat, menunjukkan model yang dibuat adalah signifikan (probabilitas < 0.05), pada selang kepercayaan 95% dengan nilai p = 0,01. Artinya formula yang dibuat berpengaruh nyata terhadap respon uji skor kadar viskositas, sehingga nilai respon tersebut dapat digunakan untuk proses optimasi yaitu untuk mendapatkan produk dengan karakteristik yang optimum.

Persamaan model matematika untuk respon viskositas pada tabel 37 estimasi merupakan koefisien dari tiap faktor yang terdapat dalam persamaan conded sebagai berikut:

$$\text{Penilaian pada Viskositas} = A(334.68) + B(589.61) + C(209.59)$$

Komponen yang paling besar berkontribusi terhadap respon viskositas adalah A (komponen *Cheddar Cheese*). Hal ini disebabkan interaksi B paling tinggi nilainya (589.61) bila dibandingkan dengan komponen lainnya. Grafik formulasi optimal berdasarkan respon viskositas dapat dilihat pada gambar 18. Grafik di bawah menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon viskositas yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 385,44 d.pas dimana batas bawah viskositas dari keseluruhan formulasi yaitu 280 d.pas dan batas atas sebesar 500 d.pas.



Gambar 6.4. Grafik Formulasi Optimal Berdasarkan Respon Viskositas

Untuk mencapai nilai viskositas sesuai dengan yang diprediksikan oleh program pada pengaplikasian produk *Spreadable Cheese Analogue* harus menggunakan *Edam Cheese* 11,66%, *Cheddar Cheese* 9,75%, dan *Isolat Soy Protein* 3,84%.

Viskositas adalah suatu cara untuk menyatakan berapa daya tahan dari aliran yang diberikan oleh suatu cairan, di dalam zat cair viskositas dihasilkan oleh gaya kohesi antara molekul zat cair. Zat cair lebih kental (viskositasnya) daripada gas, sehingga untuk mengalirkan zat cair diperlukan gaya yang lebih besar daripada gas (Wylie, 1992). Viskositas merupakan ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan yang terjadi dalam fluida. Makin besar viskositas suatu fluida, maka makin sulit suatu fluida mengalir dan makin sulit benda bergerak di dalam fluida tersebut (Suharyanto, 2012).

### 6.2.5. Aroma

Berdasarkan lampiran tabel 38 ANOVA metode *Mixture Design* respon aroma *Cheese Spreadable Analogue*, A menyatakan *Edam Cheese*, B menyatakan *Cheddar Cheese*, dan C menyatakan tepung *Isolat Soy Protein*. *Term* yang terdiri satu huruf dinamakan variabel tunggal menyatakan efek linear sedangkan *term* yang terdiri dari dua huruf dinamakan dua variabel yang menyatakan efek interaksi.

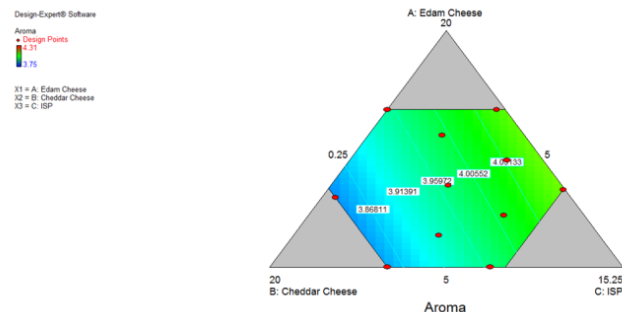
Hasil analisis sidik ragam atau uji anova dapat dilihat pada gambar 38 menunjukkan formula yang dibuat tidak berpengaruh nyata (probabilitas > 0.05) terhadap respon aroma yang diuji dengan selang kepercayaan 95%. Analisis

sidik ragam yang dilakukan oleh program *Design Expert* metode *Mixture design d-optimal* pada nilai respon uji organoleptik aroma terhadap formula yang dibuat, menunjukkan model yang dibuat adalah tidak signifikan (probabilitas > 0.05), pada selang kepercayaan 95% dengan nilai  $p=0,33$ . Artinya formula yang dibuat tidak berpengaruh nyata terhadap respon uji skor organoleptik aroma, sehingga nilai respon tersebut tidak dapat digunakan untuk proses optimasi yaitu untuk mendapatkan produk dengan karakteristik yang optimum.

Persamaan model matematika untuk respon organoleptik aroma pada tabel 39 estimasi merupakan koefisien dari tiap faktor yang terdapat dalam persamaan *conded* sebagai berikut:

$$\text{Penilaian organoleptik terhadap aroma} = A(4.07) + B(3.72) + C(4.12)$$

Grafik formulasi optimal berdasarkan respon organoleptik aroma dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 6.5. Grafik Formulasi Optimal Berdasarkan Respon Organoleptik Aroma

Grafik di atas menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon organoleptik aroma yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 3,97 dimana batas bawah atribut aroma dari keseluruhan formulasi yaitu 3,75 dan batas atas sebesar 4,31. Untuk mencapai nilai organoleptik aroma sesuai dengan yang diprediksikan oleh program pada pengaplikasian produk *Spreadable Cheese Analogue* harus menggunakan *Edam Cheese* 11,66 %, *Cheddar Cheese* 9,75%, dan *Isolat Soy Protein* 3,84%.

Aroma adalah rasa dan bau yang sangat subyektif serta sulit diukur, karena setiap orang mempunyai sensitifitas dan kesukaan yang berbeda. Dalam banyak

hal, enakny suatu makanan ditentukan oleh aroma makanan. Hasil uji organoleptik terhadap aroma rata-rata adalah 4,35. Menandakan bahwa panelis menyukai aroma *spreadable cheese analogue*.

### 6.2.6. Tekstur

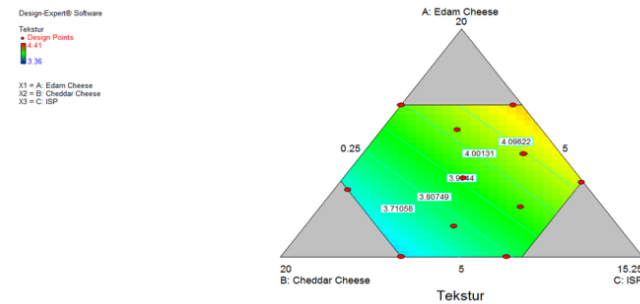
Berdasarkan lampiran tabel 40 ANOVA metode *Mixture Design* respon tekstur *Cheese Spreadable Analogue*, A menyatakan *Edam Cheese*, B menyatakan *Cheddar Cheese*, dan C menyatakan tepung *Isolat Soy Protein*. Term yang terdiri satu huruf dinamakan variabel tunggal menyatakan efek linear sedangkan term yang terdiri dari dua huruf dinamakan dua variabel yang menyatakan efek interaksi.

Hasil analisis sidik ragam atau uji anova dapat dilihat pada tabel 41 menunjukkan formula yang dibuat tidak berpengaruh nyata (probabilitas>0.05) terhadap respon organoleptik tekstur yang diuji dengan selang kepercayaan 95%. Analisis sidik ragam yang dilakukan oleh program *Design Expert* metode *Mixture design d-optimal* pada nilai respon uji organoleptik tekstur terhadap formula yang dibuat, menunjukkan model yang dibuat adalah signifikan (probabilitas>0.05), pada selang kepercayaan 95% dengan nilai p=0,21. Artinya formula yang dibuat tidak berpengaruh nyata terhadap respon uji skor organoleptik tekstur, sehingga nilai respon tersebut tidak dapat digunakan untuk proses optimasi yaitu untuk mendapatkan produk dengan karakteristik yang optimum.

Persamaan model matematika untuk respon organoleptik tekstur pada tabel 42 estimasi merupakan koefisien dari tiap faktor yang terdapat dalam persamaan *conded* sebagai berikut:

$$\text{Penilaian organoleptik terhadap tekstur} = A(4.30) + B(3.38) + C(4.05)$$

Grafik formulasi optimal berdasarkan respon organoleptik tekstur dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Grafik di bawah menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon organoleptik tekstur yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 3,86 dimana batas bawah atribut tekstur dari keseluruhan formulasi yaitu 3,36 dan batas atas sebesar 4,41.



Gambar 6.6. Grafik Formulasi Optimal Berdasarkan Respon Organoleptik Tekstur

Untuk mencapai nilai organoleptik tekstur sesuai dengan yang diprediksikan oleh program pada pengaplikasian produk *Spreadable Cheese Analogue* harus menggunakan *Edam Cheese* 11,66 %, *Cheddar Cheese* 9,75%, dan *Isolat Soy Protein* 3,84%.

Penggunaan banyaknya *Edam Cheese* dengan *Cheddar Cheese* mempengaruhi respon organoleptik tekstur karena seiring dengan variasi kadar lemak yang dihasilkan darimasing-masing keju. Ini bertepatan dengan pengamatan oleh Muir et al dalam Bayarri (2012), bahwa kandungan lemak jelas mempengaruhi sensorik terkait dengan tekstur dan *mouthfeel* keju olesan, meskipun tidak ada perbedaan sistematis dalam variasi rasa dengan kandungan lemak yang stabil.

### 6.2.7. Rasa

Berdasarkan lampiran tabel 42 ANOVA metode *Mixture Design* respon rasa *Cheese Spreadable Analogue*, A menyatakan *Edam Cheese*, B menyatakan *Cheddar Cheese*, dan C menyatakan tepung *Isolat Soy Protein*. Term yang terdiri satu huruf dinamakan variabel tunggal menyatakan efek linear sedangkan term yang terdiri dari dua huruf dinamakan dua variabel yang menyatakan efek interaksi.

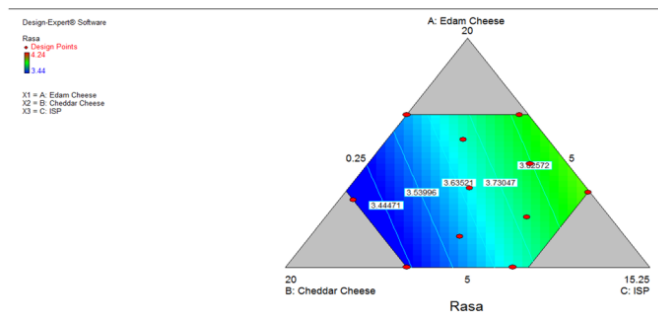
Hasil analisis sidik ragam atau uji anova dapat dilihat pada tabel 42 menunjukkan formula yang dibuat tidak berpengaruh nyata (probabilitas>0.05) terhadap respon organoleptik rasa yang diuji dengan selang kepercayaan 95%. Analisis sidik ragam yang dilakukan oleh program *Design Expert* metode *Mixture design d-optimal* pada nilai respon uji organoleptik rasa terhadap formula yang dibuat, menunjukkan model yang dibuat adalah tidak signifikan (probabilitas>0.05), pada selang kepercayaan

95% dengan nilai  $p=0.17$ . Artinya formula yang dibuat tidak berpengaruh nyata terhadap respon uji skor organoleptik rasa, sehingga nilai respon tersebut tidak dapat digunakan untuk proses optimasi, yaitu untuk mendapatkan produk dengan karakteristik yang optimum.

Persamaan model matematika untuk respon organoleptik rasa pada tabel 43 estimasi merupakan koefisien dari tiap faktor yang terdapat dalam persamaan *conded* sebagai berikut:

$$\text{Rasa} = A(3.80) + B(3.15) + C(3.99)$$

Penilaian organoleptik terhadap rasa dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Grafik di bawah menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon organoleptik rasa yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 3,64 dimana batas bawah atribut tekstur dari keseluruhan formulasi yaitu 3,44 dan batas atas sebesar 4,24.



Gambar 6.7. Grafik Formulasi Optimal Berdasarkan Respon Organoleptik Rasa

Untuk mencapai nilai organoleptik rasa sesuai dengan yang diprediksikan oleh program pada pengaplikasian produk *Spreadable Cheese Analogue* harus menggunakan *Edam Cheese* 11,66 %, *Cheddar Cheese* 9,75%, dan *Isolat Soy Protein* 3,84%.

Sebagian besar populasi konsumen (88,6%) keju menyukai korelasi positif dengan *creaminess*, kelembutan atau *mouthfeel*, kekompakan, rasa keju, dan tidak menyukai korelasi dengan *astringency*. Di Selain itu, untuk subkelompok yang mewakili 38,7% dari konsumen, menyukai berkorelasi positif dengan bau keju dan

konsistensi keju, dan tidak menyukai kolerasi dengan rasa asin, keasaman dan *off-flavour* (Bayarri, 2012).

### 6.2.8. Spreadability

Berdasarkan lampiran tabel 44 ANOVA metode *Mixture Design* respon organoleptik *spreadability Cheese Spreadable Analogue*, A menyatakan *Edam Cheese*, B menyatakan *Cheddar Cheese*, dan C menyatakan tepung *Isolat Soy Protein*. *Term* yang terdiri satu huruf dinamakan variabel tunggal menyatakan efek linear sedangkan *term* yang terdiri dari dua huruf dinamakan dua variabel yang menyatakan efek interaksi.

Hasil analisis sidik ragam atau uji anova dapat dilihat pada tabel 44 menunjukkan formula yang dibuat berpengaruh nyata (probabilitas  $<0.05$ ) terhadap respon organoleptik *Spreadability* yang diuji dengan selang kepercayaan 95%. Analisis sidik ragam yang dilakukan oleh program *Design Expert* metode *Mixture design d-optimal* pada nilai respon uji organoleptik *Spreadability* terhadap formula yang dibuat, menunjukkan model yang dibuat adalah signifikan (probabilitas  $<0.05$ ), pada selang kepercayaan 95% dengan nilai  $p=0.02$ . Artinya formula yang dibuat berpengaruh nyata terhadap respon uji skor organoleptik *Spreadability*, sehingga nilai respon tersebut tidak dapat digunakan untuk proses optimasi yaitu untuk mendapatkan produk dengan karakteristik yang optimum.

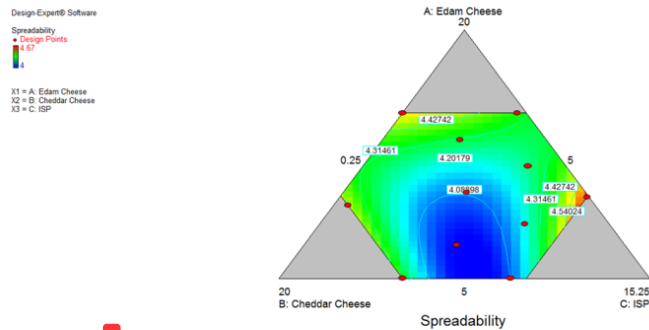
Persamaan model matematika untuk respon organoleptik *Spreadability* pada tabel 45 estimasi merupakan koefisien dari tiap faktor yang terdapat dalam persamaan *conded* sebagai berikut:

$$\text{Penilaian organoleptik terhadap Spreadability} = A(5.16) + B(6.15) + C(6.44) - AB(5.30) - AC(5.87) - BC(9.28) + ABC(11.88) + AB(A-B)(3.07) + AC(A-C)(0.50) + BC(B-C)(1.14)$$

Hasil uji sidik ragam juga menunjukkan interaksi antara komponen A (*Edam Cheese*) dengan B (*Cheddar Cheese*) secara berpengaruh nyata terhadap respon skor organoleptik *Spreadability*.



2 Grafik formulasi optimal berdasarkan respon organoleptik *Spreadability* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



1 Gambar 6.8. Grafik Formulasi Optimal Berdasarkan Respon Organoleptik *Spreadability*.

Grafik di atas menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon organoleptik *Spreadability* yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 4,18 dimana batas bawah atribut tekstur dari keseluruhan formulasi yaitu 4,00 dan batas atas sebesar 4,67. Untuk mencapai nilai organoleptik aroma sesuai dengan yang diprediksikan oleh program pada pengaplikasian produk *Spreadable Cheese Analogue* harus menggunakan *Edam Cheese* 11,66 %, *Cheddar Cheese* 9,75%, dan *Isolat Soy Protein* 3,84%.

Hasil yang diperoleh untuk kelengketan juga tampaknya berkaitan dengan ukuran tetesan lemak, karena kecil ukuran mereka, yang semakin besar tingkat interaksi antara matriks protein dan fase lipid, semakin besar kerekatan. Perbedaan antara lemak digunakan bisa juga dipengaruhi nilai-nilai untuk kelengketan, sebagai komposisi asam lemak menentukan karakter hidrofobik. Semakin besar tingkat kejenuhan lemak, yang besar tingkat hidrofobisitas dan rendah tingkat kelengketan diberikan pada produk (Cunha, 2012).

Sehubungan dengan rasa, skor yang lebih tinggi dikaitkan dengan olesan keju analogue diproduksi dengan minyak mentega mencerminkan pentingnya lemak susu dalam rasa susu (Cunha, 2012). Daya oles keju digambarkan antara kekuatan tarik menarik antara permukaan makanan yang akan dioleskan keju dengan keju itu sendiri.

### 6.2.9. *Spoondable*

Berdasarkan lampiran tabel 46 ANOVA metode *Mixture Design* respon organoleptik *Spoondable Cheese Spreadable Analogue*, A menyatakan *Edam Cheese*, B menyatakan *Cheddar Cheese*, dan C menyatakan tepung *Isolat Soy Protein*. Term yang terdiri satu huruf dinamakan variabel tunggal menyatakan efek linear sedangkan term yang terdiri dari dua huruf dinamakan dua variabel yang menyatakan efek interaksi.

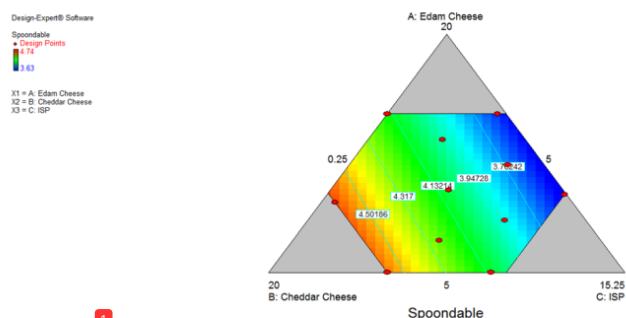
Hasil analisis sidik ragam atau uji anova dapat dilihat pada tabel 46 menunjukkan formula yang dibuat berpengaruh nyata (probabilitas < 0.05) terhadap respon organoleptik *Spoondable* yang diuji dengan selang kepercayaan 95%. Analisis sidik ragam yang dilakukan oleh program *Design Expert* metode *Mixture design d-optimal* pada nilai respon uji organoleptik *Spoondable* terhadap formula yang dibuat, menunjukkan model yang dibuat adalah signifikan (probabilitas > 0.05), pada selang kepercayaan 95% dengan nilai p = 0.005. Artinya formula yang dibuat tidak berpengaruh nyata terhadap respon uji skor organoleptik *Spoondable*, sehingga nilai respon tersebut tidak dapat digunakan untuk proses optimasi yaitu untuk mendapatkan produk dengan karakteristik yang optimum.

Persamaan model matematika untuk respon organoleptik *Spoondable* pada tabel 47 estimasi merupakan koefisien dari tiap faktor yang terdapat dalam persamaan conded sebagai berikut:

$$\text{Penilaian organoleptik terhadap } \textit{Spoondable} = A(3.67) + B(5.12) + C(3.50)$$

Komponen yang paling besar berkontribusi terhadap skor organoleptik *Spoondable* adalah komponen A (*Edam Cheese*), B (*Cheddar Cheese*), C (tepung *Isolat Soy Protein*). Hal ini disebabkan komponen B paling tinggi nilainya (5.12) bila dibandingkan dengan komponen lainnya.

2 Grafik formulasi optimal berdasarkan respon organoleptik *Spoondable* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 6.9. Grafik Formulasi Optimal Berdasarkan Respon Organoleptik Spondable.

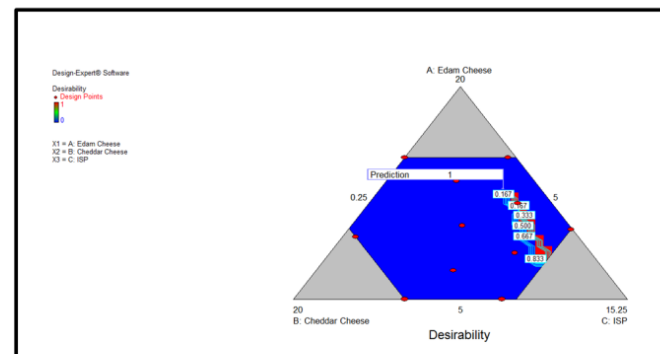
Grafik di atas menunjukkan formulasi optimal berdasarkan respon organoleptik Spondable yang diprediksi oleh grafik ini sebesar 4,61 dimana batas bawah atribut tekstur dari keseluruhan formulasi yaitu 3,65 dan batas atas sebesar 4,74. Untuk mencapai nilai organoleptik aroma sesuai dengan yang diprediksikan oleh program pada pengaplikasian produk Spreadable Cheese Analogue harus menggunakan Edam Cheese 11,66 %, Cheddar Cheese 9,75%, dan Isolat Soy Protein 3,84%.

### 6.3. Formulasi Optimasi Terpilih

Formulasi terpilih merupakan solusi atau formulasi optimal yang diprediksikan oleh design expert metode mixture design d-optimal berdasarkan analisis terhadap respon kimia (kadar asam amino, asam lemak, dan kadar air), respon organoleptik (aroma, rasa, tekstur, spreadability, dan spondable), dan respon fisik uji viskositas.

Component	Name	Level	Low Level	High Level	Std. Dev.	Coding	
A	Edam Cheese	11.66	5.00	15.00	0.000	Actual	
B	Cheddar Cheese	9.75	5.00	15.00	0.000	Actual	
C	ISP	3.84	0.25	10.25	0.000	Actual	
Total =		25.25					
Response	Prediction	SE Mean	95% CI low	95% CI high	SE Pred	95% PI low	95% PI high
Asam Lemak	0.843332	0.14	0.51	1.18	0.43	-0.15	1.84
Asam Amino	0.195098	0.014	0.16	0.23	0.043	0.097	0.29
Kadar Air	47.6391	0.15	47.28	48.00	0.46	46.57	48.71
Viskositas	385.446	20.61	337.91	432.98	61.80	242.93	527.96
Aroma	3.96941	0.060	3.83	4.11	0.18	3.56	4.38
Tekstur	3.94796	0.11	3.70	4.20	0.32	3.20	4.70
Rasa	3.64348	0.089	3.44	3.85	0.27	3.03	4.26
Spreadability	4.18092	7.507E-003	4.09	4.28	0.011	4.04	4.32
Spondable	4.09037	0.083	3.90	4.28	0.25	3.51	4.67

Gambar 6.10. Formulasi Spreadable Cheese Analogue terbaik.



Gambar 6.11. Grafik Desirability Spreadable Cheese Analogue.

Ketepatan formulasi dan nilai masing-masing respon tersebut dapat dilihat pada desirability. Desirability adalah derajat ketepatan hasil solusi atau formulasi optimal. Semakin mendekati nilai satu maka semakin tinggi ketepatan formulasi, sehingga dapat disimpulkan berdasarkan nilai desirability yang telah mencapai 1,00 maka formulasi yang dihasilkan memiliki nilai ketepatan yang tinggi.

2 Berdasarkan *desirability* diatas formulasi optimal *Spreadable Cheese Analogue* diperoleh 1 formulasi yang ditawarkan dimana memiliki jumlah presentase tersebut yaitu *Edam Cheese* 11,66%, *Cheddar Cheese* 9,75%, dan *Isolat Soy Protein* 3,84%. Formula tersebut diprediksikan oleh program dengan kadar asam lemak 0,84%; kadar asam amino 0,19%; kadar air 47,64%; nilai viskositas 385,45 d.pas; nilai organoleptik terhadap aroma 3,95; nilai organoleptik terhadap tekstur 3,95%; nilai organoleptik terhadap rasa 3,64; nilai organoleptik terhadap *Spreadability* 4,18; nilai organoleptik terhadap *Spoondable* 4,90.

2 Tabel 6.1. perbandingan hasil analisis *design expert* metode *mixture design* d-optimal dengan analisis laboratorium dan uji organoleptik terhadap *Spreadable cheese analogue* formula terpilih

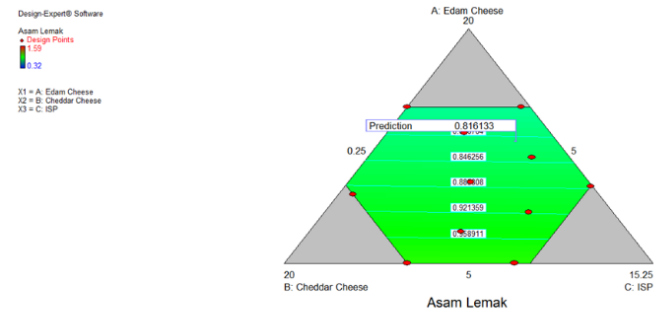
Senyawa	Aplikasi	Laboratorium
Asam lemak	0,84%	13,29%
Asam amino	0,19%	0,12%
Air	47,64%	48,10%
Viskositas	385,44 d.pas	380 d.pas
Aroma	3,97	4,04
Rasa	3,64	3,70
Tekstur	3,95	3,90
<i>Spreadability</i>	4,18	4,25
<i>Spoondable</i>	4,09	4,12

Perbandingan hasil program dengan analisis laboratorium dan uji organoleptik untuk mengukur nilai *desirability* yang dihasilkan oleh program yang memiliki nilai ketepatan 1 yang berarti sangat tepat. Berdasarkan data yang dihasilkan selisih hasil dari keduanya tidak berbeda terlalu jauh hanya respon asam lemak yang memiliki nilai pengujiannya lebih tinggi dibandingkan dengan hasil yang dikeluarkan oleh program, hal itu dapat terjadi karena produk yang dibuat yang kemudian di analisis mengalami proses penyimpanan selama beberapa hari sehingga kandungan asam lemaknya bertambah.

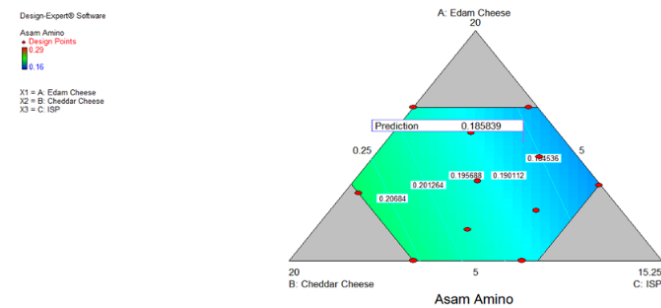
Berdasarkan standar USFDA (*United State Food and Drug Administration*) dan berdasarkan kandungan gizi dari standar PT. Calf Indonesia persyaratan dari produk *Spreadable Cheese* untuk kadar air batas minimum 49% dan batas minimum 51,50% (Nugraha, 2015).

### 6.3.1. Respon Kimia Formulasi Terpilih

#### 6.3.1.1. Kadar Asam Lemak



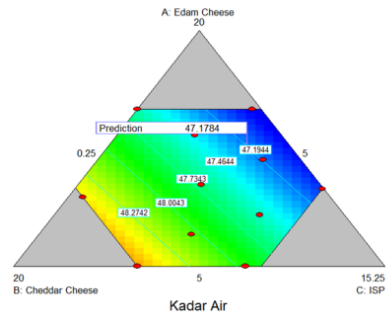
Gambar 6.12. Grafik kadar asam lemak formulasi optimal *Spreadable Cheese Analogue*.



Gambar 6.13. Grafik kadar asam amino formulasi optimal *Spreadable Cheese Analogue*.

Design-Expert® Software  
 Kadar Air  
 • Design Points  
 48.52  
 47

X1 = A: Edam Cheese  
 X2 = B: Cheddar Cheese  
 X3 = C: ISP

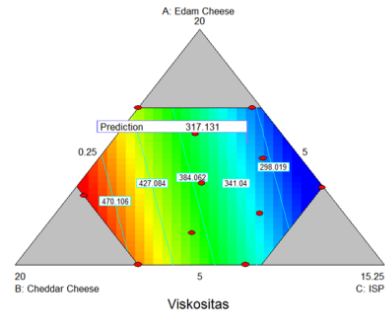


Gambar 6.14. Grafik kadar air formulasi optimal *Spreadable Cheese Analogue*.

### 6.3.2. Respon Fisik Formulasi Terpilih

Design-Expert® Software  
 Viskositas  
 • Design Points  
 300  
 289

X1 = A: Edam Cheese  
 X2 = B: Cheddar Cheese  
 X3 = C: ISP

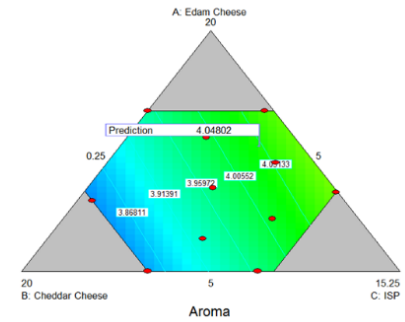


Gambar 6.15. Grafik nilai Viskositas formulasi optimal *Spreadable Cheese Analogue*.

### 6.3.3. Respon Organoleptik Formulasi Terpilih

Design-Expert® Software  
 Aroma  
 • Design Points  
 3.31  
 3.75

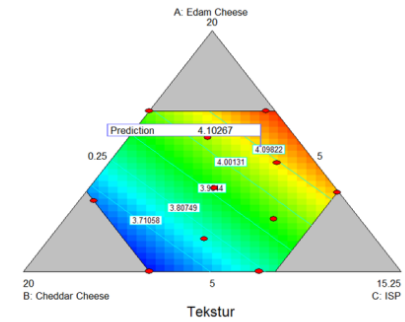
X1 = A: Edam Cheese  
 X2 = B: Cheddar Cheese  
 X3 = C: ISP



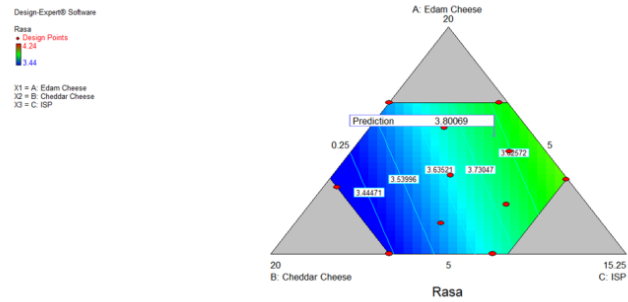
Gambar 6.16. Grafik nilai aroma formulasi optimal *Spreadable Cheese Analogue*.

Design-Expert® Software  
 Tekstur  
 • Design Points  
 4.10267  
 4.00131

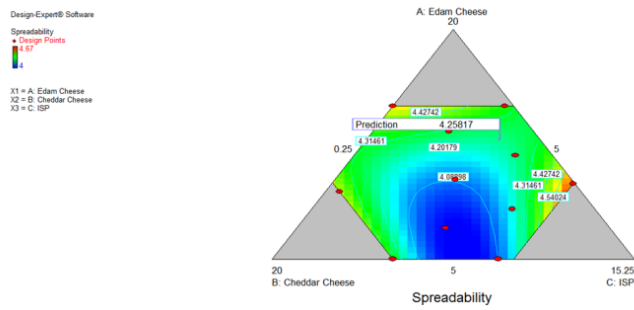
X1 = A: Edam Cheese  
 X2 = B: Cheddar Cheese  
 X3 = C: ISP



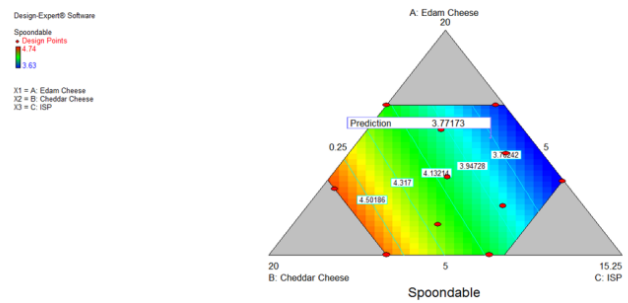
Gambar 6.17. Grafik nilai tekstur formulasi optimal *Spreadable Cheese Analogue*.



Gambar 28. Grafik nilai Rasa formulasi optimal *Spreadable Cheese Analogue*.



Gambar 29. Grafik nilai *Spreadability* formulasi optimal *Spreadable Cheese Analogue*.



Gambar 30. Grafik nilai *Spoonable* formulasi optimal *Spreadable Cheese Analogue*.



## Bab 7 Kesimpulan



## Daftar Pustaka

1. *Edam Cheese, Cheddar Cheese, dan Isolat Soy Protein* menurut program *Design Expert* metode *mixture design d-optimal* dapat mengoptimalkan formula *Cheese Spreadable Analogue*.
2. Formulasi *Spreadable Cheese Analogue* berbahan baku *Edam Cheese, Cheddar Cheese* menurut program *Design Expert* metode *mixture design d-optimal* ada 11 formulasi yang dapat mengoptimalkan produk.
3. Formulasi optimal berdasarkan data dari ke-11 formulasi diatas untuk produk *Cheese Spreadable Analogue* terpilih yaitu dengan menggunakan *Edam Cheese 11,66%, Cheddar Cheese 9,75%, dan Isolat Soy Protein 3,84%*.
4. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap 11 formulasi yang memberikan pengaruh signifikan menurut respon kimia adalah kadar air dan nilai viskositas sedangkan berdasarkan sifat organoleptik yaitu atribut *spreadability* dan *spoonable*.
5. Bahan lainnya yang merupakan variabel tetap yang digunakan dalam pembuatan *Cheese Spreadable Analogue* yaitu tepung maizena 5%, minyak nabati 23%, air 43,25%, garam 1%, emulsifier 2% (Trisodium sitrat 25% dan disodium fosfat 75%), asam asetat 0,5%, dan distilled monoglyceride 0,002%. Formulasi tersebut telah diprediksikan oleh program dengan kadar asam lemak 0,84%, asam amino 0,19%, kadar air 47,64%, nilai viskositas 385,44 d.pas, penilaian organoleptik terhadap atribut aroma 3,97; penilaian organoleptik terhadap atribut rasa 3,64; penilaian organoleptik terhadap atribut tekstur 3,95; penilaian organoleptik terhadap atribut *Spreadability* 4,18; dan penilaian organoleptik terhadap atribut *Spoonable* 4,09 dengan hasil laboratorium asam lemak 13,29%, asam amino 0,12%, kadar air 48,10%, nilai viskositas 380d.pas, penilaian organoleptik terhadap atribut aroma 4,04; penilaian organoleptik terhadap atribut rasa 3,70; penilaian organoleptik terhadap atribut tekstur 3,90; penilaian organoleptik terhadap atribut *Spreadability* 4,25; dan penilaian organoleptik terhadap atribut *Spoonable* 4,12.

Alam. 2010. **Potensi Jagung di Indonesia**. <http://alambenzosnesia.blogspot.com>. Diakses tanggal 1 Maret 2016.

Anjarsari, Bonita. 2010. **Pangan Hewani Fisiologi Pasca Mortem dan Teknologi**. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Anonim. 2005. **Design Expert 7.0.3. Stat Ease Inc.**, Minneapolis.

AOAC. 2010. **Official Method of Analysis of The Association Analytical Chemist. Inc.**, Washington DC.

Basmal, Jamal. 2010. **Ikan Gindara (*Lepidocybium flavobrunneum*) sebagai Sumber Asam Lemak Esensial**. Penelitian Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan.

Bayarri, Sara; Marti, Mar; Carbonell, Inmaculada; and Costell, Elvira. 2011. **Identifying Drivers of Liking for Commercial Spreadable Cheeses with Different Fat Content**. *Journal of Sensory Studies* ISSN 0887-8250.

BPS, 2014. **Konsumsi Keju Indonesia**. [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id). Diakses 5 maret 2016.

Budiyanto, 2012. **Pengaruh Jenis Kemasan dan Kondisi Penyimpanan Terhadap Mutu dan Umur Simpan Produk Keju Lunak Rendah Lemak**. Skripsi. Departemen Gizi Masyarakat Fakultas Ekologi Manusia IPB. Bogor.

Buckle, K.A., Edwards, R.A., Fleet, G.H. dan Woonton, M., 1987. **Ilmu Pangan**. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

Burhanuddin. 2001. **Strategi Pengembangan Industri Garam di Indonesia**. Kanisius, Yogyakarta.

- 3 Cahyadi, W., 2008. **Analisis & Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan**. Bumi Aksara, Jakarta.
- 3 Capuholic. 2009. **Isolat Protein**. Magelang, Indonesia. www.google.com. Akses 15 Maret 2016.
- Cunha, R Clarissa; Grimaldi, Renato; Alcantara, R Maria;and Viotto, H Walkiria, 2012. *Effect of the type of fat on rheology, functional properties and sensory acceptance of spreadable cheese analogue*. *International Journal of Dairy Technology*.
- 3 Damayanthi, Evy. 2015. **Karakteristik/Sifat Fisik Kimia Keju Rendah Lemak Dari Berbagai Bahan Baku Susu Modifikasi**. Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian. Bogor.
- Engelina, N., G. 2013. **Optimasi Sarang Burung Walet Putih Tipe M/A Dengan Variasi Emulgator Sebagai Pencerah Kulit Menggunakan D-Optimal Design**. Skripsi Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- 3 Farkye NY, 2004. *Cheese Technology*. *International Journal Of Dairy Technology*.
- Fawcett, Don W. 2002. **Buku Ajar Histologi**. Alih Bahasa: Jon Tambayong. Ed.12. Jakarta: EGC.
- 3 Fitasari, Eka. 2009. **Pengaruh Tingkat Penambahan Tepung Terigu Terhadap Kadar Air, Kadar Lemak, Kadar Protein, Mikrostruktur, dan Mutu Organoleptik Keju Gouda Olahan**. Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak. Malang.
- Galloway, J. H and R. J. M. Grawford. 1985. *Cheese Fermentation*. In Daulay, D. 1991. Buku/Monograf Fermentasi Keju. PAU Pangan dan Gizi. IPB. Bogor.
- Gunasekaran S, Mehmet. 2003. *Cheese Rheology and Texture*. BocaRaton: CRC Press. New York.
- Hariyoko, Nestya. 2015. **Koagulasi Protein**. Review Jurnal. Universitas Brawijaya. Malang
- 3 Herawati, Heny. 2011. **Peluang Pemanfaatan Tapioka Termodifikasi sebagai Fat Replacer pada Keju Rendah Lemak**. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Bogor.
- 3 Isnaeni, 2007. **Formulasi produk pure instan ubi jalar (*Ipomoea batatas (L.) Lam*) sebagai salah satu upaya diversifikasi pangan pokok**. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Johnson, L. A. dan J. B. May. 2003. *Wet milling: the basis for corn biorefineries*. American Association of Cereal Chemistry Inc. St. Paul, Minnesota, USA.
- 3 Kapoor, R., and L. E. Metzger. 2008. *Process Cheese: Scientific and Technological Aspec- A Review*. *Comprehensive Review in Food Science and Food Safety* 7:1-21.
- Ketaren, S. 1986. **Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan**. Cetakan Pertama. Jakarta: UI-Press
- Komar, Nur. 2009. **Karakteristik Termal Produk Keju Mozarella**. Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian-Universitas Brawijaya. Malang.
- Koswara, S. 2002. **Teknologi Pengolahan Kedelai Menjadi Makanan Bermutu**. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- 3 Linsley, R.K. dan J. Franzini, 1991. **Teknik Sumber Daya Air**. Penerjemah Djoko Sasongko. Erlangga, Jakarta
- McSweeney, P. L. H. 2007. **Cheese Problem Solved**. CRC Press. NewYork.
- Merdiyanti, A. 2008. **Paket Teknologi Pembuatan Mie Kering dengan Memanfaatkan Bahan Baku Tepung Jagung**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Muchtadi D. 1989. **Evaluasi Nilai Gizi Pangan**. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor.
- 3 Muir et al dalam Bayarri, Sara 2012. **Identifying Drivers Of Liking for Commercial Spreadable Cheeses with Different Fat Content**. *Journal of Sensory Studies*.
- Murti, T. W. 2004. **Tahap Pembuatan Keju**. Fakultas Peternakan Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

- 3 Notoatmodjo, Soekidjo. 2003. **Pendidikan Dan Perilaku Kesehatan**. Rineka Cipta. Jakarta.
- Nollet, Leo M.L. 1996. *Handbook of Food Analysis, Amino Acid*.
- 3 Nugraha, Susanto; Taufik, Yusman; dan Assalam, Syarif. 2015. **Optimasi Formulasi Cheese Spreadable Analogue Terhadap Sifat Organoleptik dan Sifat Kimia Menggunakan Respone Surface Methodology**. Skripsi. Universitas Pasundan Bandung.
- Nurhaedi, Dadi. 2013. **Jurnal Sosiologi Reflektif**. Universitas Islam Negeri Suna Kalijaga Yogyakarta. Yogyakarta.
- Ovianto, Y. M. 2009. **Pengaruh Penambahan Keju Gouda Terhadap Tekstur, pH, WHC, dan Organoleptik Nuggets Ayam**. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Palumbo, S.A. 1972. *Role of Iron and Sulfur in Pigment and Slime Formation by Pseudomonas aeruginosa*. Journal of Bacteriology. Vol. 111 No. 2. p : 430-436.
- Rachmawati. 2012. **Metode Design Expert Versi 7**. Diakses 1 Maret 2016.
- Radiati.L.E. 2010. **Pengaruh Enzim dan Emulsifier Terhadap Kualitas Keju Olahan**. Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak Vol 5(2): 23-27.
- 3 Ryanto. 2006. **Produksi Asam Asetat dari Etanol dengan Cara Elektrolisis**. Jurnal Logika. ISSN: 1410-2315.
- Sardjoko.1991. **Bioteknologi**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- 3 Septiarini, Diah. 2013. **Effect Of Addition Porang Flour (Amorphophallus Oncophyllus) Modification as Emulsifier on Physical and Orgamoleptic (Texture amd Flavour) Processed Cheese**. Jurnal. Universitas Brawijaya. Malang.
- Setyawati, Anna. 2012. **Kualitas Fisik dan Organoleptik (Aroma, Warna) Keju Olahan Dengan Penambahan Pengemulsi Tepung Porang**. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- 3 Sudarmadji, 2003. **Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian**. Yogyakarta. Libertu Yogyakarta.
- Suharyanto. 2012. **Kimia Fisika**. Akademi Analisis Kesehatan (AAK) Nasional Surakarta. Surakarta.
- Supardi, dan Sukamto. 1999. **Mikrobiologi Dalam Pengolahan Dan Keamanan Produk Pangan**. Alumn: Bandung.
- Suryawijaya, A. 2008. **Pengaruh berbagai metode Thawing terhadap kualitas daging sapi**. Seminar Nasional teknologi peternakan dan veteriner. Semarang.
- 3 Soeparno., 1992. **Prinsip Kimia dan Teknologi Susu**. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. UGM. Yogyakarta.
- Sorensen, H. H. 2001. *The World Market for Cheese*. IDF Bulletin 395: 4-62.
- Susilorini, T. E. Dan Sawitri, M. E. 2006. **Produk Olaha Susu**. Penebar Swadaya. Yogyakarta.
- Syamsidar.2013.**Studi Pembuatan Mie Kering dari Tepung Umbi Gadung dan Tepung Terigu**. Universitas Hasanudin. Makasar.
- Toha, A. H. 2001. *Biokimia: Metabolisme Biomolekul*. Bandung: Alfabeta.
- 3 Widyaningrum,C.A.2009.**Pembuatan Keju Peram (ripened cheese) Menggunakan Starter Kombinasi Rhizopus orizae dan Rhizopus oligosporus**. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Winarno, F.G. 2004. **Pengantar Teknologi Pangan**. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wylie, 1992. **Mekanika Fluida**. Erlangga. Jakarta.
- Zehren, V.L. 1992. **Process Cheese**. United State of Amerika. Wisconsin.





## Lampiran

### Lampiran 1. Prosedur Ilmiah

#### 1. Analisis Kimia

- a. Prosedur Analisis Kadar Asam Amino dan asam lemak  
Metode: UPLC (Nollet, 1996 dan Waters Acquity UPLC H Class and H Class Bio amino Acid Analysis System Guide, 2012)

##### Prosedur Kerja:

Persiapan sampel pangan timbang 0,1 gram sampel tambahkan 5mL HCl 6N, vortex lalu hidrolisis 22 jam pada suhu 110°C kemudian dinginkan lalu pindahkan ke labu ukur 50 mL, tambahkan aquadest sampai tanda batas lalu saring dengan filter 0,45µm, pipet 500µl filtrate+40 µm AABA ±µl aquadest lalu pipet 10µl larutan+70µl AccQ-Flour A, vortex, diamkan 1', inkubasi 10' pada suhu 55°C kemudian disuntikan pada sistem UPLC. Preparasi sampel sediaan(Cairan infus), pipet 2 mL cairan sampel infus lalu masukkan ke labu ukur 200 mL, tambahkan 2 mL larutan standar internal AABA 10mM lalu encerkan dan dihipitkan sampai tanda batas dengan HCl 0,1N, kocok dan homogenkan, saring larutan menggunakan membran filter 0,22µm, pipet 10µl larutan, masukkan ke dalam insert vial+70µl AccQ-Flour Borate, vortex lalu ditambahkan 20µl reagent flour A, vortex, diamkan 1', inkubasi 10' pada suhu 55°C kemudian suntikkan pada sistem UPLC.

Pembuatan larutan standar/larutan baku, pipet 40µl std mix asam amino+40µl internal standar AABA+920 µl aquadest, homogenkan, ambil 10µl standar+ 70µl AccQ-Flour A, vortex, diamkan 1', inkubasi 10' pada suhu 55°C kemudian suntikkan pada sistem UPLC.

Rumus:

#### b. Prosedur Analisis Kadar Air

Metode : Gravimetri (AOAC, 2010)

Prosedur : Siapkan sampel sebanyak ± 2 gram. Kaca arloji dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 30 menit, didinginkan selama 5 menitkemudian 5-10 gram sampel halus dimasukkan ke dalam labu didih. Pasang alat destilasi, kemudian diisi dengan toluen jenuh melalui kondensor ke tabung skala sampai 1/3 volume labu didih, lalu dipanaskan selama 1 jam, didinginkan selama 15 menit, kemudian baca volume air (Vs).

Untuk mendapatkan ketelitian yang tinggi, perlu ditetapkan faktor destilasi yaitu faktor yang dapat melihat jumlah air yang benar-benar diuapkan dari air murni yang diketahui jumlahnya. FD ditetapkan dengan cara merefluks air sebanyak 3-4 gram menggunakan alat dan kondisi pemanasan yang sama dengan analisis sampel. Air direfluks sampai seleuruhnya terdestilasi. Air yang tertampung dibaca volumenya.

Rumus:



Tabel 3. Kebutuhan Bahan Formula 3

No	Nama bahan	Jumlah (%)	Jumlah bahan (g)	Allowance (10%)	Jumlah kebutuhan (g)
1	Edam Cheese	5,68	39,76	3,976	43,736
2	Cheddar Cheese	15	105	10,5	115,5
3	tepung isolat soy protein	4,58	32,06	3,206	35,266
4	Tepung maizena	5	35	3,5	38,5
5	Minyak nabati	22	154	15,4	169,4
6	Air	43,22	302,54	30,254	332,794
7	Garam dapur	2	14	1,4	15,4
8	Emulsifier	2	14	1,4	15,4
9	Asam asetat	0,5	3,5	0,35	3,85
10	DMG	0,02	0,14	0,014	0,154

Tabel 4. Kebutuhan Bahan Formulasi 4

No	Nama bahan	Jumlah (%)	Jumlah bahan (g)	Allowance (10%)	Jumlah kebutuhan (g)
1	Edam Cheese	15	105	10,5	115,5
2	Cheddar Cheese	6,94	48,58	4,858	53,438
3	tepung isolat soy protein	3,32	23,24	2,324	25,564
4	Tepung maizena	5	35	3,5	38,5
5	Minyak nabati	22	154	15,4	169,4
6	Air	43,22	302,54	30,254	332,794
7	Garam dapur	2	14	1,4	15,4
8	Emulsifier	2	14	1,4	15,4
9	Asam asetat	0,5	3,5	0,35	3,85
10	DMG	0,02	0,14	0,014	0,154

Tabel 5. Kebutuhan Bahan Formulasi 5

No	Nama bahan	Jumlah (%)	Jumlah bahan (g)	Allowance (10%)	Jumlah kebutuhan (g)
1	Edam Cheese	13,08	91,56	9,156	100,716
2	Cheddar Cheese	11,09	77,63	7,763	85,393

3	tepung isolat soy protein	1,09	7,63	0,763	8,393
4	Tepung maizena	5	35	3,5	38,5
5	Minyak nabati	22	154	15,4	169,4
6	Air	43,22	302,54	30,254	332,794
7	Garam dapur	2	14	1,4	15,4
8	Emulsifier	2	14	1,4	15,4
9	Asam asetat	0,5	3,5	0,35	3,85
10	DMG	0,02	0,14	0,014	0,154

Tabel 6. Kebutuhan Bahan Formulasi 6

No	Nama bahan	Jumlah (%)	Jumlah bahan (g)	Allowance (10%)	Jumlah kebutuhan (g)
1	Edam Cheese	8,69	60,83	6,083	66,913
2	Cheddar Cheese	13,24	92,68	9,268	101,948
3	tepung isolat soy protein	3,33	23,31	2,331	25,641
4	Tepung maizena	5	35	3,5	38,5
5	Minyak nabati	22	154	15,4	169,4
6	Air	43,22	302,54	30,254	332,794
7	Garam dapur	2	14	1,4	15,4
8	Emulsifier	2	14	1,4	15,4
9	Asam asetat	0,5	3,5	0,35	3,85
10	DMG	0,02	0,14	0,014	0,154

Tabel 7. Kebutuhan Bahan Formulasi 7

No	Nama bahan	Jumlah (%)	Jumlah bahan (g)	Allowance (10%)	Jumlah kebutuhan (g)
1	Edam Cheese	6,53	45,71	4,571	50,281
2	Cheddar Cheese	11,76	82,32	8,232	90,552
3	tepung isolat soy protein	6,97	48,79	4,879	53,669
4	Tepung maizena	5	35	3,5	38,5
5	Minyak nabati	22	154	15,4	169,4
6	Air	43,22	302,54	30,254	332,794
7	Garam dapur	2	14	1,4	15,4

8	Emulsifier	2	14	1,4	15,4
9	Asam asetat	0,5	3,5	0,35	3,85
10	DMG	0,02	0,14	0,014	0,154

Tabel 8. Kebutuhan Bahan Formulasi 8

No	Nama bahan	Jumlah (%)	Jumlah bahan (g)	Allowance (10%)	Jumlah kebutuhan (g)
1	Edam Cheese	9,83	68,81	6,881	75,691
2	Cheddar Cheese	10,27	71,89	7,189	79,079
3	tepung isolat soy protein	5,16	36,12	3,612	39,732
4	Tepung maizena	5	35	3,5	38,5
5	Minyak nabati	22	154	15,4	169,4
6	Air	43,22	302,54	30,254	332,794
7	Garam dapur	2	14	1,4	15,4
8	Emulsifier	2	14	1,4	15,4
9	Asam asetat	0,5	3,5	0,35	3,85
10	DMG	0,02	0,14	0,014	0,154

Tabel 9. Kebutuhan Bahan Formulasi 9

No	Nama bahan	Jumlah (%)	Jumlah bahan(g)	Allowance (10%)	Jumlah kebutuhan (g)
1	Edam Cheese	8,27	57,89	5,789	63,679
2	Cheddar Cheese	9,06	63,42	6,342	69,762
3	tepung isolat soy protein	7,93	55,51	5,551	61,061
4	Tepung maizena	5	35	3,5	38,5
5	Minyak nabati	22	154	15,4	169,4
6	Air	43,22	302,54	30,254	332,794
7	Garam dapur	2	14	1,4	15,4
8	Emulsifier	2	14	1,4	15,4
9	Asam asetat	0,5	3,5	0,35	3,85
10	DMG	0,02	0,14	0,014	0,154

Tabel 10. Kebutuhan Bahan Formulasi 10

No	Nama bahan	Jumlah (%)	Jumlah bahan (g)	Allowance (10%)	Jumlah kebutuhan (g)
1	Edam Cheese	8,45	59,15	5,915	65,065
2	Cheddar Cheese	6,55	45,85	4,585	50,435
3	tepung isolat soy protein	10,26	71,82	7,182	79,002
4	Tepung maizena	5	35	3,5	38,5
5	Minyak nabati	22	154	15,4	169,4
6	Air	43,22	302,54	30,254	332,794
7	Garam dapur	2	14	1,4	15,4
8	Emulsifier	2	14	1,4	15,4
9	Asam asetat	0,5	3,5	0,35	3,85
10	DMG	0,02	0,14	0,014	0,154

Tabel 11. Kebutuhan Bahan Formulasi 11

No	Nama bahan	Jumlah (%)	Jumlah bahan (g)	Allowance (10%)	Jumlah kebutuhan (g)
1	Edam Cheese	5,25	36,75	3,675	40,425
2	Cheddar Cheese	9,76	68,32	6,832	75,152
3	tepung isolat soy protein	10,25	71,75	7,175	78,925
4	Tepung maizena	5	35	3,5	38,5
5	Minyak nabati	22	154	15,4	169,4
6	Air	43,22	302,54	30,254	332,794
7	Garam dapur	2	14	1,4	15,4
8	Emulsifier	2	14	1,4	15,4
9	Asam asetat	0,5	3,5	0,35	3,85
10	DMG	0,02	0,14	0,014	0,154

### Lampiran 3. Perhitungan Respon Kimia

(Kadar Asam Lemak, Kadar Asam Amino, dan Kadar Air)  
Kadar Asam Amino: Asam Triptofan

No	Konsentrasi	Nama File	RT	AUC
1	4,6	4037	7,54	2288137

No	Nama File	Berat sampel	Nama File	RT	AUC	Kadar ppm	Kadar dalam %	Kadar setelah pengenceran
1	F1	5,0431	4049	7,54	2602568	5,23212238	0,103748139	5,19
2	F2	5,0010	4056	7,45	2761889	5,5524164	0,111026123	5,55
3	F3	5,0447	4050	7,54	2779601	5,58802406	0,110770196	5,54
4	F4	5,0092	4045	7,55	2006445	4,0336951	0,080525735	4,03
5	F6	5,0114	4042	7,58	2053950	4,12919768	0,082396091	4,12
6	F7	5,0168	4040	7,54	2261136	4,54571802	0,090609911	4,53
7	F8	5,0123	4039	7,54	2104772	4,23136866	0,084419701	4,22
8	F9	5,0641	4038	7,58	2031507	4,08407897	0,080647676	4,03
9	F10	5,1004	4054	7,41	3073582	6,17903438	0,121148035	6,06
10	F5	5,0006	4036	7,54	1688941	3,39539486	0,067899749	3,39
11	F11	5,0016	4037	7,52	2143201	4,30862514	0,086144936	4,31
12	Blanko	0,0000	0	0	0	0	0	0,00

AUC Standar Triptofan	Konsentrasi Standar ( ppm )
2288137	4,6

Kadar Asam amino: Asam Tirosin

No	Konsentrasi	Nama File	RT	AUC
1	2,7	4037	10,03	2167192

No	Nama File	Berat sampel	Nama File	RT	AUC	Kadar ppm	Kadar dalam %	Kadar setelah pengenceran
1	F1	5,0431	4049	10,05	1951160	2,43085615	0,048201625	4,82
2	F2	5,0010	4056	10,07	2185378	2,72265706	0,054442253	5,44
3	F3	5,0447	4050	10,05	2881573	3,59001284	0,07116405	7,12
4	F4	5,0092	4045	10,06	2044089	2,54663191	0,050839094	5,08
5	F6	5,0114	4042	10,09	2183260	2,72001835	0,054276616	5,43
6	F7	5,0168	4040	10,03	2275914	2,8354515	0,056519126	2,83
7	F8	5,0123	4039	10,03	2141975	2,66858336	0,053240695	2,66
8	F9	5,0641	4038	10,07	2174242	2,70878326	0,053489924	2,67
9	F10	5,1004	4054	10,03	2583590	3,21877019	0,063108191	3,16
10	F5	5,0006	4036	10,04	1893738	2,35931685	0,047180675	4,72
11	F11	5,0023	4037	10,03	2254621	2,80892357	0,056152641	5,62
12	Blanko	0,0000	0	0	0	0	0	0,00

AUC Standar Tirosin	Konsentrasi Standar ( ppm )
2167192	2,7

Kadar Asam amino: Alanin

No	Konsentrasi	Nama File	RT	AUC
1	1,5	4037	19,64	1610429

No	Nama File	Berat sampel	Nama File	RT	AUC	Kadar ppm	Kadar dalam %	Kadar setelah pengenceran
1	F1	5,0431	4049	19,65	1822839	1,6978448	0,033666689	3,37
2	F2	5,0010	4056	19,7	1751170	1,63109023	0,032615281	3,26
3	F3	5,0447	4050	19,66	1640145	1,52767834	0,032028288	3,03
4	F4	5,0092	4045	19,68	1791442	1,66860073	0,033310723	3,33
5	F6	5,0114	4042	19,69	1917918	1,78640412	0,035646808	3,56
6	F7	5,0168	4040	19,64	1858735	1,73127937	0,034509635	1,73
7	F8	5,0123	4039	19,65	1809173	1,68511589	0,033619614	1,68
8	F9	5,0641	4038	19,67	1707364	1,59028805	0,031403172	1,57
9	F10	5,1004	4054	19,65	1731604	1,61286589	0,031622341	1,58
10	F5	5,0006	4036	19,64	2750341	2,5617469	0,051228791	5,12
11	F11	5,0012	4037	19,47	1982112	1,84619626	0,036915066	3,69
12	Blanko	0,0000	0	0	0	0	0	0,00

**AUC Standar Alanin**      **Konsentrasi Standar ( ppm )**

1610429	1,5
---------	-----

Kadar Asam Lemak: Asam Stearat

No	Konsentrasi	Nama File	RT	AUC
1	10 ppm	2179	4,7	2294554

No	Nama File	Berat sampel	Nama File	RT	AUC	Kadar ppm	Kadar dalam %	Kadar setelah pengenceran
1	F1	5,0431	2175	22,79	58494	0,25492536	0,005054934	0,51
2	F2	5,0010	2176	22,65	42758	0,18634558	0,003726166	0,37
3	F3	5,0447	2177	22,97	748880	3,26372794	0,064696175	0,65
4	F4	5,0092	2178	22,87	1943707	8,47095775	0,169107996	1,69
5	F6	5,0114	2180	22,68	2220143	9,67570604	0,193073912	1,93
6	F7	5,0168	2181	22,63	1519400	6,62176615	0,13199183	1,32
7	F8	5,0123	2182	22,82	1502605	6,54857109	0,130650023	1,31
8	F9	5,0641	2183	22,50	2280230	9,93757393	0,196235736	1,96
9	F10	5,1004	2184	22,84	2280230	9,93757393	0,194839109	1,95
10	F5	5,0006	2179	22,87	2280230	9,93757393	0,198727631	19,87
11	F11	5,0823	2185	22,80	2280230	9,93757393	0,195533005	19,55
11	Blanko	0,0000	0	0	0	0	0	0,00

**AUC**      **Konsentrasi ( ppm )**

2294554	10
---------	----

Kadar Asam Lemak: Asam Miristat

No	Konsentrasi	Nama File	RT	AUC
1	5,4	2179	4,87	116868

No	Nama File	Berat sampel	Nama File	RT	AUC	Kadar ppm	Kadar dalam %	Kadar setelah pengenceran
1	F1	5,0431	2175	4,77	699249	59,832375	1,186420555	11,86
2	F2	5,0010	2176	4,74	591029	50,5723551	1,011244854	10,11
3	F3	5,0447	2177	4,81	54969	4,70351165	0,093236697	9,32
4	F4	5,0092	2178	4,82	82205	7,03400418	0,140421708	14,04
5	F6	5,0114	2180	4,79	64974	5,55960571	0,110939173	11,09
6	F7	5,0168	2181	4,75	315176	26,9685457	0,537564697	13,44
7	F8	5,0123	2182	4,7	159247	13,6262279	0,271855792	13,59
8	F9	5,0641	2183	4,75	165946	14,1994387	0,280394121	14,02
9	F10	5,1004	2184	4,74	33543	2,87016121	0,056273257	5,63
10	F5	5,0006	2179	4,78	15732	1,3461341	0,026919452	2,69
11	F11	5,0823	2185	4,73	315436	26,990793	0,531074376	53,11
12	Blanko	0,0000	0	0	0			0,00

AUC	Konsentrasi ( ppm )
116868	5,4

Kadar Air

Formulasi	%
1	47
2	47,05
3	47,09
4	47,12
5	47,19
6	47,4
7	47,9
8	48,12
9	48,33
10	48,29
11	48,92

Nilai Viskositas

Formulasi	Nilai Viskositas (d.pas)
1	300
2	300
3	280
4	280
5	310
6	400
7	500
8	400
9	500
10	690
11	310

## Lampiran 4. Nilai Respon Organoleptik

(Atribut : Aroma, Tekstur, Rasa, *Spreadability*, *Spoondable*)

Formulasi	Atribut				
	Aroma	Tekstur	Rasa	<i>Spreadability</i>	<i>Spoondable</i>
1	3,75	3,63	3,53	4,21	3,69
2	4,04	4,33	3,47	4,31	3,79
3	3,88	3,98	3,53	4,34	3,65
4	4,12	4,22	3,96	4,26	3,76
5	4,31	4,41	4,24	4,67	3,67
6	4,14	4,23	4,05	4,09	3,84
7	4	3,76	3,52	4,54	4,57
8	4,01	3,8	3,44	4,09	4,31
9	3,84	3,74	3,53	4,41	4,4
10	3,91	3,66	3,48	4,27	4,74
11	3,75	3,68	3,47	4	4,27

## Lampiran 5. Tabel ANOVA dan Estimasi Koefisien *Mixture design d-optimal*

Tabel 12. ANOVA metode *Mixture Design* Kadar Asam Lemak

Response 1		Asam Lemak				
ANOVA for Mixture Linear Model						
*** Mixture Component Coding is L_Pseudo. ***						
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	
Model	0.066	2	0.033	0.20	0.8223	not significant
<i>Linear Mixture</i>	0.066	2	0.033	0.20	0.8223	
Residual	1.33	8	0.17			
Cor Total	1.39	10				

Tabel 13. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Terhadap Kadar Asam Lemak

Component	Coefficient		Standard Error	95% CI		VIF
	Estimate	df		Low	High	
A-Edam Cheese	0.65	1	0.38	-0.23	1.54	1.58
B-Cheddar Chee	1.00	1	0.42	0.042	1.96	1.63
C-ISP	0.99	1	0.40	0.066	1.92	1.82

Tabel 14. ANOVA metode *Mixture Design* Kadar Asam Amino

ANOVA for Mixture Linear Model						
*** Mixture Component Coding is L_Pseudo. ***						
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	
Model	9.806E-004	2	4.903E-004	0.30	0.7455	not significant
<i>Linear Mixture</i>	9.806E-004	2	4.903E-004	0.30	0.7455	
Residual	0.013	8	1.609E-003			
Cor Total	0.014	10				

Tabel 15. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Terhadap Kadar Asam Amino

Component	Coefficient		Standard Error	95% CI		VIF
	Estimate	df		Low	High	
A-Edam Cheese	0.19	1	0.038	0.098	0.27	1.58
B-Cheddar Chee	0.22	1	0.041	0.13	0.32	1.63
C-ISP	0.18	1	0.040	0.084	0.27	1.82

Tabel 16. ANOVA metode *Mixture Design* Kadar Air

ANOVA for Mixture Linear Model						
*** Mixture Component Coding is L_Pseudo. ***						
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	
Model	2.88	2	1.44	7.51	0.0146	significant
<i>Linear Mixture</i>	2.88	2	1.44	7.51	0.0146	
Residual	1.53	8	0.19			
Cor Total	4.41	10				



Tabel 17. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Terhadap Kadar Air

Component	Coefficient		Standard		95% CI		VIF
	Estimate	df	Error	Low	High		
A-Edam Cheese	46.74	1	0.41	45.78	47.69	1.58	
B-Cheddar Chee	49.26	1	0.45	48.23	50.29	1.63	
C-ISP	47.17	1	0.43	46.17	48.17	1.82	

Tabel 18. ANOVA Metode *Mixture Design* Viskositas

ANOVA for Mixture Linear Model						
*** Mixture Component Coding is L_Pseudo. ***						
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	
Model	53734.58	2	26867.29	7.91	0.0127	significant
Linear Mixture	53734.58	2	26867.29	7.91	0.0127	
Residual	27156.33	8	3394.54			
Cor Total	80890.91	10				

2

Tabel 37. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Terhadap Viskositas

Component	Coefficient		Standard		95% CI		VIF
	Estimate	df	Error	Low	High		
A-Edam Cheese	334.68	1	54.90	208.07	461.28	1.58	
B-Cheddar Chee	589.61	1	59.41	452.61	726.60	1.63	
C-ISP	209.59	1	57.47	77.08	342.11	1.82	

Tabel 38. ANOVA Metode *Mixture Design* Respon Aroma

ANOVA for Mixture Linear Model						
*** Mixture Component Coding is L_Pseudo. ***						
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	
Model	0.072	2	0.036	1.27	0.3328	not significant
Linear Mixture	0.072	2	0.036	1.27	0.3328	
Residual	0.23	8	0.028			
Cor Total	0.30	10				

Tabel 39. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Terhadap Respon Aroma

Component	Coefficient		Standard		95% CI		VIF
	Estimate	df	Error	Low	High		
A-Edam Cheese	4.07	1	0.16	3.70	4.44	1.58	
B-Cheddar Chee	3.72	1	0.17	3.32	4.11	1.63	
C-ISP	4.12	1	0.17	3.73	4.50	1.82	

Tabel 40. ANOVA Metode *Mixture Design* Respon Tekstur

ANOVA for Mixture Linear Model						
*** Mixture Component Coding is L_Pseudo. ***						
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	
Model	0.36	2	0.18	1.92	0.2085	not significant
Linear Mixture	0.36	2	0.18	1.92	0.2085	
Residual	0.75	8	0.094			
Cor Total	1.11	10				

2

Tabel 41. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Terhadap Respon Tekstur

Component	Coefficient		Standard		95% CI		VIF
	Estimate	df	Error	Low	High		
A-Edam Cheese	4.30	1	0.29	3.63	4.96	1.58	
B-Cheddar Chee	3.38	1	0.31	2.66	4.10	1.63	
C-ISP	4.05	1	0.30	3.35	4.74	1.82	

Tabel 42. ANOVA Metode *Mixture Design* Respon Rasa

ANOVA for Mixture Linear Model						
*** Mixture Component Coding is L_Pseudo. ***						
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	
Model	0.28	2	0.14	2.25	0.1677	not significant
<i>Linear Mixture</i>	0.28	2	0.14	2.25	0.1677	
Residual	0.50	8	0.063			
Cor Total	0.78	10				

Tabel 43. Estimasi Koefisien Dari Tiap Faktor Terhadap Respon Rasa

Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
A-Edam Cheese	3.80	1	0.24	3.26	4.35	1.58
B-Cheddar Chee	3.15	1	0.26	2.57	3.74	1.63
C-ISP	3.99	1	0.25	3.42	4.56	1.82

Tabel 21. ANOVA Metode *Mixture Design* Respon *Spreadability*

ANOVA for Mixture Cubic Model						
*** Mixture Component Coding is L_Pseudo. ***						
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	
Model	0.40	9	0.044	667.08	0.0300	significant
<i>Linear Mixture</i>	0.096	2	0.048	724.44	0.0263	
AB	7.343E-003	1	7.343E-003	111.35	0.0602	
AC	9.411E-003	1	9.411E-003	142.70	0.0532	
BC	0.026	1	0.026	392.42	0.0321	
ABC	4.941E-003	1	4.941E-003	74.92	0.0732	
AB(A-B)	0.010	1	0.010	157.13	0.0507	
AC(A-C)	2.469E-004	1	2.469E-004	3.74	0.3037	
BC(B-C)	8.773E-004	1	8.773E-004	13.30	0.1704	
Residual	6.595E-005	1	6.595E-005			
Cor Total	0.40	10				

Tabel 44. Estimasi Koefisien Dari Tiap Faktor Terhadap Respon *Spreadability*

Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
A-Edam Cheese	5.16	1	0.12	3.65	6.67	379.66
B-Cheddar Chee	6.15	1	0.13	4.51	7.80	397.57
C-ISP	6.44	1	0.13	4.76	8.13	498.47
AB	-5.30	1	0.50	-11.68	1.08	479.44
AC	-5.87	1	0.49	-12.12	0.37	641.89
BC	-9.28	1	0.47	-15.23	-3.33	571.86
ABC	11.88	1	1.37	-5.56	29.32	114.91
AB(A-B)	3.07	1	0.24	-0.042	6.18	12.15
AC(A-C)	0.50	1	0.26	-2.77	3.76	14.48
BC(B-C)	1.14	1	0.31	-2.84	5.13	16.66

Tabel 45. ANOVA Metode *Mixture Design* Respon *Spoondable*

ANOVA for Mixture Linear Model						
*** Mixture Component Coding is L_Pseudo. ***						
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	
Model	1.19	2	0.59	10.71	0.0055	significant
<i>Linear Mixture</i>	1.19	2	0.59	10.71	0.0055	
Residual	0.44	8	0.055			
Cor Total	1.63	10				

Tabel 46. Estimasi Koefisien Dari Tiap Faktor Terhadap Respon *Spoondable*

Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
A-Edam Cheese	3.67	1	0.22	3.16	4.18	1.58
B-Cheddar Chee	5.12	1	0.24	4.57	5.68	1.63
C-ISP	3.50	1	0.23	2.97	4.04	1.82



## Biodata Penulis



Dr. Ir. Yusman Taufik, M.S, lahir di Kota Bumi, Bandar Lampung pada tanggal 12 Agustus 1970. Pada Tahun 2001 menikah dengan R. Ina Marlina., ST dan dikaruniai anak perempuan Nabilla Alya Zahra. Menyelesaikan pendidikan Sarjana (S1) di Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan (Unpas) Bandung pada tahun 1995. Pada tahun 2002 menyelesaikan Pendidikan Magister (S2) di Universitas Padjajaran. Sedangkan Program Doktor (S3) dapat diselesaikannya pada tahun 2009 di Universitas Padjajaran. Penulis pernah menjabat sebagai Koordinator Pendidikan dan Pengajaran Jurusan Teknologi Pangan (1998-2002), Koordinator PPM Jurusan Teknologi Pangan (2003-2007), Sekretaris Jurusan Teknologi Pangan (2007-2010), Wakil Dekan 1 Fakultas Teknik (2010-2017), PAW Dekan Fakultas Teknik (2017-2018) dan Dekan Fakultas Teknik (2018-2023). Selain kewajiban mengajar sebagai dosen, penulis sebagai Manajer Produksi di CV. Asry Food (2003-2010), Direktur PPTIP Jurusan Teknologi Pangan (2003-2007), Direktur CV. Darma Nusantara Abadi (2010-sekarang), dan Komisaris PS7 (2019 sampai sekarang). Penulis banyak melakukan kegiatan penelitian, publikasi ilmiah dan kegiatan pengabdian pada masyarakat di berbagai daerah.

Pernah menjadi Reviewer Fasilitas Pembiayaan Koperasi dan UKM Produktif Gubernur Jawa Barat, Dinas Koperasi, Usaha Mikro, Kecil dan Menengah Provinsi Jawa Barat (2010), Reviewer Bantuan Sosial Gubernur Jawa Barat Dinas Koperasi, Usaha Mikro, Kecil dan Menengah Provinsi Jawa Barat. (2011), team penyusun buku Teknologi Tepat Guna Dinas KUKM Provinsi Jawa Barat (2013), Penelitian Program KKP3 Kementerian Pertanian RI Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian dan Provinsi Jawa Barat, Hibah bersaing Kementerian Riset Teknologi

dan Pendidikan Tinggi (2011-2017). Penulis memiliki publikasi internasional pada jurnal bereputasi, memiliki 5 Hak atas Kekayaan Intelektual (HAKI), dan 2 buah paten.



Dr. Ir. Yudi Garnida, M.S, lahir di Jember, Jawa Timur, pada tanggal 21 Oktober 1967. Menikah dengan Ir. Kania Laelawati, M.M. dan dikaruniai 2 putri, yaitu Khanza Zahira Garnida dan Syifa Aurelia Garnida. Menyelesaikan pendidikan Sarjana (S1) di Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan (Unpas) Bandung pada tahun 1992. Pada tahun 1998 menyelesaikan Pendidikan Magister (S2) di Universitas Padjajaran. Sedangkan Program Doktor (S3) dapat diselesaikannya pada tahun 2006 di Universitas Padjajaran dengan topik Desertasi tentang *edible coating* pada buah durian terolah minimal. Penulis pernah bekerja di PT. Baru Adjak (Perusahaan susu) pada tahun 1992 sebagai Asisten Manajer Produksi. Selanjutnya pada tahun 1994 bekerja di PT. Nestle sebagai *Rule Promotor*. Selanjutnya penulis kembali ke almaternya di Universitas Pasundan sebagai dosen di Jurusan Teknologi Pangan. Sejak tahun 2000, penulis menjadi pengampu pada mata kuliah Uji Inderawi & Sensori, Kimia Pangan dan Penanggungjawab Laboratorium Uji Inderawi & Sensori di Jurusan Teknologi Pangan FT Universitas Pasundan.

Penulis pernah menjabat sebagai Sekretaris Jurusan Teknologi Pangan (2003-2007), Ketua Jurusan Teknologi Pangan (2007-2010), Dekan Fakultas Teknik (2010-2017) dan Wakil Rektor Bidang Keuangan Universitas Pasundan (2017-2021). Prestasi yang pernah diraih adalah terpilih menjadi Ketua Jurusan Berprestasi ke-1 antar Perguruan Tinggi Swasta (PTS) se Jawa Barat-Banten dan menjadi Finalis Pemilihan Ketua Jurusan berprestasi tingkat nasional di Jakarta pada tahun 2009.

Selain kewajiban mengajar sebagai dosen, penulis banyak melakukan kegiatan penelitian, publikasi ilmiah dan kegiatan pengabdian pada masyarakat di berbagai daerah. Pernah menjadi pengasuh rubrik "Teknologi Tepat Guna" pada Tabloid Mitra Bisnis (2001-2006), penanggungjawab kegiatan pemberdayaan Usaha Kecil Menengah kerjasama dengan JICA (*Japan International Cooperation Agency*) pada

tahun 2006-2008, Program Ilmu Pengetahuan Teknologi Daerah (Iptekda) LIPI, dan Dinas Provinsi/Kabupaten di berbagai daerah di Indonesia. Sudah banyak penelitian yang dilakukan dengan sumber pendanaan dari hibah kompetitif LIPI, Kementerian Riset dan Teknologi, Balitbangda Provinsi Jawa Barat, Kementerian Perindustrian, Badan Perencanaan Daerah (Bapeda) Provinsi Jawa Barat, Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian dan Provinsi Jawa Barat, Hibah bersaing Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi (2011-2017).

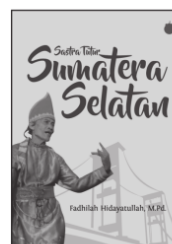
Penulis memiliki 4 publikasi internasional pada jurnal bereputasi, memiliki 12 Hak atas Kekayaan Intelektual (HAKI), 3 diantaranya tentang *edibel coating* dan 1 buah paten tentang "Formula Kecap Manis dari Kacang Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*)". Buku yang pernah diterbitkan diantaranya adalah *Edible Coating dan Aplikasinya Pada Produk Pangan, Uji Inderawi & sensori, Edible Coating Pada Buah Tomat dan Edible Coating Pada Buah Durian Terolah Minimal*. Kegiatan lainnya yang dilakukan oleh penulis adalah Tenaga Ahli Pada Program Percepatan Penganekaragaman Konsumsi Pangan dan Gizi, Badan Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Barat (2010), Dewan Riset Daerah (DRD) Provinsi Jawa Barat (2016-2018), Komite Sekolah SMA Negeri 3 Bandung (2019-2021), Bendahara Pengurus Besar Paguyuban Pasundan (2020-2025) dan Direktur PT. Ragawaluya Pasundan Medika (2020-sekarang).

Kegiatan internasional yang terlibat langsung diantaranya kerjasama dengan Perguruan Tinggi dan Institusi luar negeri: North Star Development Village, Korea Selatan (2013), Changwon University, Korea Selatan (2014), Hallyim Politechnic, Korean National Open University (2014), Kitakyushu University, Jepang (2015), Osaka Prefecture University, Jepang (2016) dan Derby University, Inggris (2016).



### **Etnografi Suku Bangsa Minangkabau**

Penulis : Dr. Wiridanengsih, S.Sos., M.Si.  
ISBN : 978-602-5717-84-0  
Ukuran : 20,5 cm x 14,5 cm  
Hal : 194 halaman  
Harga : Rp.86.100.-



### **Sastra Tutar Sumatera Selatan**

Penulis : Fadhilah Hidayatullah, M.Pd.  
ISBN : 978-602-5717-79-6  
Ukuran : 20,5 cm x 14,5 cm  
Hal : 102 halaman  
Harga : Rp.45.000.-



### **Bahasa Indonesia**

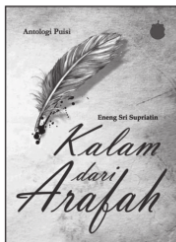
Penulis : Dr. Iswanto, M.Hum  
ISBN : 978-602-5717-72-7  
Ukuran : 20,5 cm x 14,5 cm  
Hal : 219 halaman  
Harga : Rp.63.500.-



**Hegemoni Budaya Priyayi**  
dan Nilai-nilai Pendidikan Karakter dalam  
Novel Indonesia  
Penulis : Dr. Wijaya Heru Santosa, M.Pd.  
ISBN : 978-602-5717-60-4  
Ukuran : 20,5 cm x 14,5 cm  
Hal : 329 halaman  
Harga : Rp.91.500.-



**Sosiolinguistik**  
Analisis Interferensi Budaya pada  
Media Sosial  
Penulis : Dr. Yusni Khairul Amri, M.Hum.  
Dian Marisha Putri, S.S., M.Si.  
ISBN : 978-602-5717-64-2  
Ukuran : 20,5 cm x 14,5 cm  
Hal : 140 halaman  
Harga : Rp.47.000.-



**Kalam dari Arafah**  
Penulis : Eneng Sri Supriatin  
ISBN : 978-602-5717-40-6  
Ukuran : 14,5 cm x 20,5 cm  
Hal : 106 halaman  
Harga : Rp.45.000.-

## APLIKASI DESIGN EXPERT PADA KEJU ANALOG

Dr. Ir. Yusman Taufik, M.S & Dr. Ir. Yudi Garnida, M.S

Keju adalah salah satu produk hasil fermentasi yang berbahan dasar susu dan diproduksi berbagai rasa dan bentuk. Keju merupakan protein susu yang digumpalkan dimana penggumpalan ini terjadi karena adanya enzim rennet (atau enzim lain yang cocok) atau melalui fermentasi asam laktat. Komponen-komponen yang menyusun keju adalah lemak, air, protein, laktosa, kalsium, dan fosfor, dimana komposisinya tergantung pada jenis keju.

Salah satu proses pengolahan susu adalah pembuatan keju yang secara ekonomis dapat meningkatkan nilai jualnya. Keju merupakan pangan sumber protein dan sumber kalsium. Namun kandungan asam lemak jenuh yang tinggi pada keju menjadi pembatas bagi sebagian orang untuk mengkonsumsinya. Lemak jenuh banyak dihindari karena lemak ini dapat meningkatkan kolesterol dalam darah.

*Cheese analogue* adalah substitusi, tiruan sekaligus alternatif lain dari keju. *Cheese analogue* terdiri dari protein susu maupun non susu dan minyak pengganti atau lemak susu sebagai pengganti padatan susu. Kelebihan *cheese analogue*, antara lain: tidak mengandung kolesterol, rendah natrium, mengandung protein yang bisa lebih tinggi maupun lebih rendah, bebas laktosa, dan dapat menurunkan biaya produksi.

Keju analog diperkirakan akan mendapat penerimaan baik dari beberapa golongan masyarakat yang memerlukan diet tertentu, misalnya orang yang memiliki kolesterol tinggi sehingga tidak diperbolehkan mengonsumsi makanan yang tinggi lemak. Selain itu keju analog harga jualnya lebih rendah.

 **Mangga**  
Makmur Tanjung Lestari  
Bandung-Indonesia  
Telp. (022) 54410200 / 082214136659  
Penerbit Manggu



# Aplikasi Design Expert Pada Keju Analog

## ORIGINALITY REPORT

26%

SIMILARITY INDEX

26%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	journal.unpas.ac.id Internet Source	6%
2	www.scribd.com Internet Source	5%
3	core.ac.uk Internet Source	4%
4	adoc.pub Internet Source	3%
5	id.scribd.com Internet Source	2%
6	digilib.unimus.ac.id Internet Source	2%

7

repository.unpas.ac.id

Internet Source

2%

---

8

id.123dok.com

Internet Source

2%

---

Exclude quotes      On

Exclude bibliography      On

Exclude matches      < 2%