



ISBN : 978-979-3514-66-6

# PROCEEDING



**Industrial Design**  
**National Seminar**  
**CALL FOR PAPERS**

**Semarang, 25 September 2013**

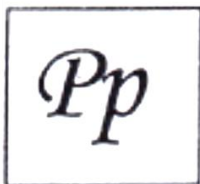
# PROCEEDING

## SEMINAR NASIONAL INDUSTRIAL DESIGN SEMINAR AND COMPETITION 2013

Semarang, 24 – 25 September 2013

Cetakan Kedua

**Penyelenggara:**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS DIPONEGORO**  
**SEMARANG**



Penerbit Politeknik Negeri Semarang  
Jl. Prof.H.Soedarto SH Tembalang  
Semarang  
Email : [up2mpolines@gmail.com](mailto:up2mpolines@gmail.com)

Hak Cipta dilindungi Undang-undang  
Penerbit Pp Politeknik Negeri Semarang  
Jl. Prof. Soedarto SH Tembalang  
Cetakan kedua 2013

**PROCEEDING**  
**5<sup>th</sup> Industrial Design Seminar and Competition 2013**  
24 – 25 September 2013

**Steering Committee**

Pelindung : Rektor Universitas Diponegoro  
Penasehat : Dekan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Penanggung Jawab : Ketua PS. Teknik Industri Fakultas Teknik UNDIP  
Ir. Bambang Purwanggono, M.Eng.

**Organizing Committee**

Ketua : Susatyo Nugroho W.P., ST. MM.  
Sekretaris : Rani Rumita, ST. MT.  
Bendahara : Diana Puspitasari, ST. MT.  
Sie seminar nasional : Darminto Pudjotomo, ST. MT.  
Wiwik Budiawan, ST. MT.  
Nia Budi Puspitasari, ST. MT.  
Ary Arvianto, ST. MT.  
Sie call for paper : Sri Hartini, ST. MT.  
Dr. Aries Susanty, ST. MT.  
Dr. Hery Suliantoro, ST. MT.  
Sriyanto, ST. MT.  
Dyah Ika Rinawati, ST. MT.  
Editor Proceeding : Puji Handayani Kasih  
Dyah Rachmawati Rasyida  
Desain Cover : Iswan Thoni  
Rizal Luthfi Nartadhi

**Reviewer**

1. Prof. Dr. rer.nat. Ir. A.P. Bayuseno, MSc.
2. Dr. Aries Susanty, ST. MT.
3. Dr. Hery Suliantoro, ST. MT.

**Cetakan Pertama : September 2013**

**Cetakan Kedua : Oktober 2013**

**Penerbit:**

Politeknik Negeri Semarang  
Jalan Prof. H. Soedarto SH Tembalang  
Semarang  
Email: [up2mpolines@gmail.com](mailto:up2mpolines@gmail.com)

Hak Cipta ©2013 pada penulis, dilarang keras mengutip, menjiplak, memfotocopy baik sebagian atau keseluruhannya dari isi buku ini tanpa mendapat izin tertulis dari pengarang atau penerbit

# DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	i
Daftar Isi.....	i-iv
1. Model Peralatan Pengecoran <i>High Pressure Die Casting</i> (HDPC) untuk Pendidikan dan Penelitian <i>A.P. Bayuseno, Nasrudin Arif Chamdani</i> .....	1
2. Redesain Boncengan Anak pada Sepeda Motor dengan Pendekatan Anthropometri <i>Bambang Suhardi, Rahmaniyah D.A., M. Ivan Agung Saputra</i> .....	10
3. Redesain Kursi Kuliah dengan Pendekatan Anthropometri <i>Bambang Suhardi, Taufiq Rochman, Edy Wiranata</i> .....	19
4. Pemilihan Strategi Pemasaran dengan Menggunakan <i>Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) Analytical Network Process (ANP), Technique for Others Reference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)</i> <i>Belinda Fitria Nugraheni, Diana Puspitasari</i> .....	28
5. Analisa Usabilitas Desain Antar Muka Website Kampus X <i>Dwi Handayani, Nurul Firdausi</i> .....	37
6. Formulasi Model <i>Pricing</i> dan Keputusan Order/ <i>Delivery</i> pada <i>Supply Chain</i> Ritel Modern untuk Skenario tanpa Koordinasi <i>Evi Yulawati, Luky Agus Hermanto</i> .....	44
7. Evaluasi Tata Letak Kursi Kuliah Berdasarkan Antropometri untuk Mengurangi Kelelahan <i>Ezha Kurniasari Wahyu Solehah, Dyah Rachmawati Lucitasari, Intan Berlianty</i> .....	50
8. Pengaruh Beban Kerja Mental, Kelelahan Kerja dan Tingkat Kantuk Terhadap Tingkat Kewaspadaan Petugas Air Traffic Control (ATC) (Studi Kasus di PT. AngkasaPura I (Persero) Bandar Udara Ahmad Yani) <i>Gita Mahdiah, Ratna Purwaningsih</i> .....	62
9. Prediksi Kegagalan Komponen Utama Sistem Rem Sepeda Motor <i>Gunawan Dwi Haryadi, Ismoyo Haryanto, Dwi Basuki Wibowo, Agus T. Hardjuno</i> .....	73
10. Analisis Perbedaan Tren Penjualan Furnitur Ekspor pada Industri Furnitur Ekolabel dan Non-Ekolabel di Wilayah Semarang dan Jepara (Studi Kasus pada IndustriFurnitur di Wilayah Semarang dan Jepara) <i>Haryo Santoso, Aldi Arif Santoso</i> .....	82
11. Analisa Kelayakan Pembangunan Dermaga Jetty pada PT. Sampang Sarana Shorebase <i>Indra Jaya PrawiraYuda, Darminto Pujotomo, Nia Budi Puspitasari</i> .....	91
12. Perancangan Mesin Pencacah Sisa Bahan Baku Sebagai Upaya Pengurangan Limbah Perusahaan <i>Isana Arum Primasari, ST. MT</i> .....	101
13. Optimasi Faktor Kontrol Multiple Variable Pada Proses Pengolahan	107

	Nugget Tempe dengan Metode Taguchi <i>Ig. Joko Mulyono, Dini Endah, Dwi Wibawa Budianta.....</i>	
14.	Pengelolaan Risiko pada Proses Bisnis Percetakan dengan Menggunakan Metode Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) (Studi Kasus PT. MasscomGraphy Semarang) <i>Nafisa Aulia Fahmi, Aries Susanty.....</i>	119
15.	Analisis Model Layanan pada Airline Industry Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamis (Studi Kasus PT Garuda Indonesia Branch Office Semarang) <i>Rayana Andari Bardijan, Ary Arvianto.....</i>	127
16.	Analisis Faktor yang Mempengaruhi Konsumen dalam Membeli Alat Permainan Edukatif <i>Reni DwiAstuti, ArifNugroho.....</i>	142
17.	Analisa Keandalan Operator Ditinjau dari Aspek Kognitif dengan Menggunakan CREAM (Cognitive Reliability Error and Analysis Method) (Studi Kasus Approach Control Unit Bandar Udara Ahmad Yani Semarang) <i>RikoAgisdihanAfifi, RatnaPurwaningsih, Rani Rumita.....</i>	154
18.	Pengaruh Kebisingan dan Beban Kerja Fisik Terhadap Kelelahan Kerja Porter Apron Bandara Ahmad Yani <i>Rizki Ridha Illahi, Ratna Purwaningsih.....</i>	165
19.	Penentuan Kombinasi Terbaik Pakan Buatan dari Limbah Lele Terhadap Pertambahan Berat Ikan Lele Dumbo (Clarias Gariepinus) dengan Eksperimen Rancangan Acak Lengkap <i>Silvia Merdikawati, Dyah Ika Rinawati, Susatyo Nugroho.....</i>	173
20.	Studi Kualitatif Implementasi E-Business di UKM Manufaktur Indonesia <i>Singgih Saptadi, Iman Sudirman, TMA Ari Samadhi, Rajesri Govindaraju.....</i>	182
21.	Strategi Peningkatan Efisiensi Penggunaan Bahan Baku Batik Pekalongan dengan <i>Data Envelopment Analysis</i> <i>Sri Hartini, Pramudi Arsiwi.....</i>	191
22.	Analisa Risiko Kegagalan Proses Produk di PDAM dengan Metode Fuzzy FMEA <i>Suhartini, Ziko Djefrianto.....</i>	202
23.	Pengukuran Tingkat Sustainability Batik Tulis Pewarna Alam dengan Metode Life Cycle Assessment (LCA) (Studi Kasus di Industri Batik Mahkota Laweyan, Solo) <i>Supartini, Sri Hartini, Dyah Ika Rinawati</i>	208
24.	Pengaruh Sifat Material Limbah PE pada Komposit Silika-PE Produk Proses Multi Material Freeform Fabrication (MMFF) <i>Susilo Adi Widyanto, Saiful.....</i>	217
25.	Pengembangan Aplikasi Investigasi Kecelakaan Kereta Api <i>Wiwik Budiawan, Ary Arvianto, Dina Tauhida.....</i>	223
26.	Peningkatan Produktivitas Usaha Kecil Menengah Kerupuk Udang Melalui Perancangan Pengeringan dan Pengemasan <i>Yudha Prasetyawan, Moses Laksono Singgih, Esty Putrianingsih, Yanik Andriani, Muhammad Ziyad.....</i>	233
27.	Perancangan Sistem Identifikasi Fertilitas dan Daya Tetas Telur Itik Berbasis Digital Image Processing <i>YudhaPrasetyawan, SitiCholifah.....</i>	245

28.	Optimasi Produksi Edible Film dari Tepung Kecap Rendah lemak <i>Fahmi Arifan, Margaretha Tuti Susanti, Mega Mustikaningrung.....</i>	254
29.	Identifikasi Penyebab Cacat Cor Produk Casing Ajector di Industri Pengecoran Logam PT. Suyuti Sidomaju <i>Sulardjaka, Agus Suprihanto, Umardani Y, Wahyudi P.....</i>	257
30.	Analisis Faktor-Faktor yang Berpengaruh dalam Penggunaan Pewarna Alam Batik Solo dengan Metode Analytic Hierarchy Process <i>Sinta Nurmalasari, Sri Hartini, Dyah Ika Rinawati.....</i>	264



# OPTIMASI FAKTOR KONTROL *MULTIPLE VARIABLE* PADA PROSES PENGOLAHAN NUGGET TEMPE DENGAN METODE TAGUCHI

Ig. Joko Mulyono<sup>1</sup>, Dini Endah SR<sup>1</sup>, T. Dwi Wibawa Budianta<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Industri, <sup>2</sup> Program Studi Teknologi Pangan,, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya  
Jl. Kalijudan 37 Surabaya  
Telp. (031) 3891264  
E-mail: mulyonjoko@yahoo.co.id

## ABSTRAKS

Indonesia merupakan negara produsen tempe terbesar di dunia dan menjadi pasar kedelai terbesar di Asia. Sebanyak 50% dari konsumsi kedelai Indonesia diperoleh dalam bentuk tempe. Tempe mempunyai daya simpan yang singkat. Tempe yang tidak dilakukan pengolahan atau penanganan lebih lanjut akan cepat mengalami pembusukan. Untuk memperpanjang masa simpan tempe, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah membuat nugget tempe. Nugget tempe merupakan salah satu inovasi produk olahan tempe. Penentuan mutu bahan makanan pada umumnya sangat bergantung pada beberapa faktor diantaranya citarasa, warna, kekenyalan, dan nilai gizi. Metode Taguchi adalah salah satu metode yang digunakan dalam kegiatan *off line quality control* pada tahap desain proses produksi. TOPSIS (*Technique For Other Reference by Similarity to Ideal Solution*) adalah salah satu metode pengambilan keputusan multikriteria. Dalam penelitian ini dilakukan eksperimen untuk menentukan parameter pengolahan nugget tempe yang menghasilkan tempe yang disukai konsumen. Kriteria kualitas nugget tempe yang disukai konsumen sebanyak tiga (*multicriteria*) yaitu rasa, warna dan kekenyalan. Dalam penelitian ini dilakukan eksperimen proses pengolahan nugget tempe dengan karakteristik kualitas lebih dari satu. Metode Taguchi digunakan untuk melakukan desain eksperimen sedangkan metode TOPSIS digunakan dalam menentukan prioritas kombinasi parameter proses yang dengan karakteristik kualitas rasa, warna dan kekenyalan. Kombinasi parameter proses dalam penelitian ini adalah kombinasi jumlah tepung terigu, tepung tapioca dan tepung maizena yang digunakan. Dari hasil uji responden didapatkan kombinasi tepung yang berbeda untuk setiap karakteristik kualitas. Dengan menggunakan metode TOPSIS didapatkan kombinasi tepung yang terbaik untuk mengolah nugget tempe yaitu tepung terigu 8%, tepung maizena 2 % dan tepung tapioca 2%.

*Kata Kunci: nugget tempe, taguchi, TOPSIS*

## LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara produsen tempe terbesar di dunia dan menjadi pasar kedelai terbesar di Asia. Sebanyak 50% dari konsumsi kedelai Indonesia diperoleh dalam bentuk tempe. Konsumsi tempe rata-rata pertahun di Indonesia saat ini sekitar 6,45 kg/orang (<http://id.wikipedia.org/wiki/Tempe>). Sebagai sumber bahan pangan, tempe merupakan salah satu makanan pokok yang dibutuhkan oleh tubuh. Tempe merupakan makanan yang terbuat dari kacang kedelai yang difermentasi. Masyarakat luas menjadikan tempe sebagai sumber protein nabati, selain itu harganya juga murah. Tempe merupakan produk fermentasi yang tidak dapat bertahan lama. Tempe mempunyai daya simpan yang singkat. Tempe yang tidak dilakukan pengolahan atau penanganan lebih lanjut akan cepat mengalami pembusukan. Untuk memperpanjang masa simpan tempe, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah membuat nugget tempe. Nugget tempe merupakan salah satu inovasi produk olahan tempe. Pengolahan yang baik dan benar akan menimbulkan citarasa yang enak serta penampilan yang menarik sehingga tidak kalah degan nugget daging. Penentuan mutu bahan makanan pada umumnya sangat bergantung pada beberapa faktor diantaranya citarasa, warna, kekenyalan, dan nilai gizi. Secara visual warna diperhitungkan terlebih dahulu dan kadang-kadang sangat menentukan (Winarno, 2004). Konsumen akan mempertimbangkan faktor citarasa, warna dan tekstur dalam memutuskan membeli suatu produk makanan. Dalam memproduksi nugget tempe harus dipertimbangkan bagaimana memproduksinya sehingga dihasilkan nugget tempe yang sesuai dengan keinginan konsumen. Untuk mendapatkan proses yang menghasilkan nugget tempe yang baik, diperlukan suatu eksperimen pengolahan nugget tempe untuk menghasilkan nugget tempe yang memiliki citarasa, warna dan tekstur yang sesuai dengan keinginan konsumen.

Metode Taguchi adalah salah satu metode yang digunakan dalam kegiatan *off line quality control* pada tahap desain proses produksi. Taguchi menekankan bahwa cara terbaik untuk meningkatkan kualitas adalah merancang kualitas ke dalam produk yang dimulai sejak tahap desain produk sehingga dengan perancangan produk yang kokoh (*robust*) akan menghasilkan produk yang memiliki performansi yang kokoh (*robust*) pula. Kualitas yang rendah tidak dapat diperbaiki dengan proses inspeksi atau pemeriksaan dan penyortiran (Belavendram, 1995). TOPSIS (*Technique for Others Reference by Similarity to Ideal Solution*) adalah salah satu metode pengambilan keputusan multikriteria yang pertama kali diperkenalkan oleh Hwang dan Yoon (1981). Dalam penelitian ini dilakukan eksperimen untuk menentukan parameter pengolahan nugget tempe yang menghasilkan tempe yang disukai konsumen. Kriteria kualitas nugget tempe sebanyak tiga (multicriteria) yaitu citasa, warna dan kekenyalan, maka metode TOPSIS digunakan dalam analisa eksperimen pengolahan. Dari uraian tersebut maka permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana menentukan parameter proses pengolahan nugget tempe dengan metode Taguchi dan TOPSIS sehingga didapatkan nugget tempe dengan rasa, warna dan kekenyalan yang disukai oleh konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan suatu desain komposisi bahan baku pengolahan nugget tempe.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Tempe

Kacang-kacangan dan biji-bijian seperti kacang kedelai, kacang tanah, biji kecipir, koro, kelapa dan lain-lain merupakan bahan pangan sumber protein dan lemak nabati yang sangat penting peranannya dalam kehidupan. Asam amino yang terkandung dalam proteinnya tidak selengkap protein hewani, namun penambahan bahan lain seperti wijen, jagung atau menir adalah sangat baik untuk menjaga keseimbangan asam amino tersebut. Kacang-kacangan dan umbi-umbian cepat sekali terkena jamur (aflatoksin) sehingga mudah menjadi layu dan busuk. Untuk mengatasi masalah ini, bahan tersebut perlu diawetkan. Hasil olahannya dapat berupa makanan seperti keripik, tahu dan tempe, serta minuman seperti bubuk dan susu kedelai. Kedelai mengandung protein 35 % bahkan pada varitas unggul kadar proteinnya dapat mencapai 40 - 43 %. Dibandingkan dengan beras, jagung, tepung singkong, kacang hijau, daging, ikan segar, dan telur ayam, kedelai mempunyai kandungan protein yang lebih tinggi, hampir menyamai kadar protein susu skim kering. Bila seseorang tidak boleh atau tidak dapat makan daging atau sumber protein hewani lainnya, kebutuhan protein sebesar 55 gram per hari dapat dipenuhi dengan makanan yang berasal dari 157,14 gram kedelai. Kedelai dapat diolah menjadi: tempe, keripik tempe, tahu, kecap, susu, dan lain-lainnya. Proses pengolahan kedelai menjadi berbagai makanan pada umumnya merupakan proses yang sederhana, dan peralatan yang digunakan cukup dengan alat-alat yang biasa dipakai di rumah tangga, kecuali mesin pengupas, penggiling, dan cetakan (Tri Margono dkk, 1993)

### Metode Taguchi

#### Pengertian Kualitas Menurut Taguchi

Metode Taguchi merupakan suatu metodologi eksperimen dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses dan dalam waktu yang bersamaan menekan biaya seminimal mungkin. Taguchi menekankan bahwa cara terbaik untuk meningkatkan kualitas adalah merancang kualitas ke dalam produk yang dimulai sejak tahap desain produk sehingga dengan rancangan produk yang *robust* akan menghasilkan produk yang memiliki performansi yang *robust* pula (Taguchi *et.al.*,1999) Kualitas yang rendah tidak dapat diperbaiki dengan proses inspeksi atau pemeriksaan dan penyortiran (Belavendram, 1995). Taguchi juga menekankan bahwa kualitas secara langsung berhubungan dengan penyimpangan parameter rancangan dari nilai target, bukan kesesuaian terhadap batasan spesifikasi (toleransi) yang telah ditetapkan. Metode Taguchi menggunakan seperangkat matriks khusus yang disebut *array orthogonal* (Ross,1996). Matriks standar ini merupakan langkah untuk menentukan jumlah eksperimen minimal yang dapat memberikan informasi sebanyak mungkin semua faktor yang mempengaruhi parameter.



### Klasifikasi Faktor

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi karakteristik kualitas dari suatu produk. Faktor-faktor tersebut dapat dikelompokkan atas:

- Faktor Noise:** Suatu parameter yang menyebabkan penyimpangan karakteristik kualitas dari nilai targetnya. Faktor noise dapat menyebabkan pengaruh pada karakteristik secara tidak terkendali dan sulit diprediksi. Faktor noise biasanya sulit, mahal dan tidak menjadi sasaran pengendalian. Tetapi untuk tujuan eksperimen, mereka perlu dikendalikan dalam skala kecil.
- Faktor Kontrol:** Ini adalah parameter-parameter yang nilainya ditentukan oleh ahli teknik. Faktor kontrol dapat mempunyai nilai satu atau lebih yang disebut level. Pada akhir eksperimen, suatu level faktor kontrol yang sesuai akan dipilih.
- Faktor Signal:** Ini adalah faktor-faktor yang mengubah nilai-nilai karakteristik kualitas yang sebenarnya akan diukur. Karakteristik kualitas dalam perancangan eksperimen dimana faktor signal mempunyai nilai konstan disebut karakteristik statis. Jika faktor signal dapat mengambil banyak nilai, maka karakteristik mempunyai sifat dinamik. Faktor signal tidak ditentukan oleh ahli teknik, tetapi oleh konsumen berdasarkan hasil yang diinginkan.
- Faktor Scalling:** Faktor ini digunakan untuk mengubah *mean level* karakteristik kualitas untuk mencapai hubungan fungsional yang diperlukan antara faktor signal dengan karakteristik kualitas. Faktor scalling sering disebut juga faktor penyesuaian.

### Array Orthogonal

*Array orthogonal* adalah suatu matriks yang elemen-elemennya disusun menurut baris dan kolom. Kolom merupakan faktor atau kondisi yang dapat diubah dalam eksperimen. Baris merupakan keadaan dari faktor. Array disebut orthogonal karena level-level dari faktor berimbang dan dapat dipisahkan dari pengaruh faktor yang lain dalam eksperimen. Jadi *array orthogonal* adalah matriks seimbang dari faktor dan level, sedemikian hingga pengaruh suatu faktor atau level tidak baur (*confounded*) dengan pengaruh faktor atau level yang lain. Kegunaan dari *array orthogonal* adalah untuk menentukan jumlah eksperimen minimum yang ditunjukkan oleh baris dan untuk menentukan faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap kualitas produk (Belavendram, 1995).

Tabel 1. Array Orthogonal Taguchi

2 level	3 level	4 level	5 level	Level gabungan
L <sub>4</sub> (2 <sup>3</sup> )	L <sub>9</sub> (3 <sup>4</sup> )	L <sub>16</sub> (4 <sup>5</sup> )	L <sub>25</sub> (5 <sup>6</sup> )	L <sub>18</sub> (2 <sup>1</sup> x3 <sup>7</sup> )
L <sub>8</sub> (2 <sup>7</sup> )	L <sub>27</sub> (3 <sup>13</sup> )	L <sub>64</sub> (4 <sup>21</sup> )		L <sub>32</sub> (2 <sup>1</sup> x4 <sup>9</sup> )
L <sub>12</sub> (2 <sup>11</sup> )	L <sub>81</sub> (3 <sup>40</sup> )			L <sub>36</sub> (2 <sup>11</sup> x3 <sup>12</sup> )
L <sub>16</sub> (2 <sup>15</sup> )				L <sub>36</sub> (2 <sup>3</sup> x3 <sup>13</sup> )
L <sub>32</sub> (2 <sup>31</sup> )				L <sub>54</sub> (2 <sup>1</sup> x3 <sup>25</sup> )
L <sub>54</sub> (2 <sup>63</sup> )				L <sub>50</sub> (2 <sup>1</sup> x5 <sup>11</sup> )

### METODOLOGI

Prosedur penyusunan penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- Penentuan faktor kontrol dan level faktor  
Berdasarkan pokok permasalahan, tujuan penelitian dan tinjauan pustaka maka ditentukan sebagai faktor kontrol. Untuk menentukan faktor kontrol dan level dilakukan studi pendahuluan dan pre eksperimen pembuatan nugget tempe.
- Penentuan *array orthogonal*  
*Array orthogonal* ditentukan dari banyaknya faktor dan level yang akan diteliti.
- Eksperimen  
Eksperimen yang dilakukan adalah dengan membuat nugget tempe dari variasi factor control.
- Uji Responden  
Hasil eksperimen diujicobakan pada responden untuk mengetahui respon yang diberikan oleh responden terhadap berbagai perlakuan.
- Penentuan Faktor Optimal Setiap Karakteristik Kualitas rasa, warna dan kekenyalan

Pada tahap ini ditentukan parameter optimal dari eksperimen yang dilakukan dengan memperhatikan setiap karakteristik kualitas.

f. Analisa

Digunakan untuk menganalisa faktor optimal dari kombinasi level faktor yang berpengaruh pada kualitas nugget tempe.

g. Kesimpulan

Penarikan kesimpulan dari keseluruhan penelitian.

**HASIL PENELITIAN DAN ANALISA**

**Pre-Eksperimen Proses Pembuatan Nugget Tempe**

Dalam penelitian ini, factor yang diteliti adalah prosentase jumlah tepung terigu, tepung maizena dan tepung tapioka. Prosentase yang dimaksud adalah berat tepung dibandingkan dengan berat tempe. Sedangkan bahan lain dan cara pembuatannya sama. Proses dan penggunaan tepung mengacu penelitian (Hamdhani, 2003). Pre-eksperimen dilakukan untuk menentukan level dari faktor-faktor lain yang belum diketahui levelnya dan berpengaruh terhadap proses pembuatan nugget tempe, serta mencari faktor dan level yang berpengaruh terhadap warna, rasa, dan kekenyalan pada nugget tempe. Proses pembuatan nugget tempe diawali pembuatan nugget tempe dari berbagai nilai takaran komposisi tempe, tepung terigu, tepung maizena, tepung tapioka, bawang putih, merica, garam, dan air yang berbeda-beda. Berikut beberapa percobaan yang dilakukan dalam menentukan proses pembuatan nugget dengan bahan dasar tempe. Pre eksperimen dilakukan dengan menggunakan kombinasi level factor seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2. Kombinasi Level Pre Eksperimen**

Bahan	Sampel Eksperimen					
	1	2	3	4	5	6
Tempe	250 gr	250 gr	250 gr	250 gr	250 gr	250 gr
Tepung terigu	10 gr	15 gr	20 gr	20 gr	30 gr	25 gr
Tepung maizena	10 gr	8 gr	5 gr	10 gr	5 gr	12 gr
Tepung tapioka	2,5 gr	1 gr	6 gr	4 gr	8 gr	5 gr
Bawang putih	2 siung	2 siung	2 siung	2 siung	2 siung	2 siung
Air	100 cc	100 cc	100 cc	100 cc	100 cc	100 cc
Merica	sedikit	sedikit	sedikit	sedikit	sedikit	sedikit
Garam	sedikit	sedikit	sedikit	sedikit	sedikit	sedikit

**Eksperimen**

Berdasarkan pre-eksperimen yang dilakukan maka akan diperoleh beberapa adonan nugget tempe yang berbeda-beda kualitasnya. Dari beberapa adonan nugget tempe tersebut dipilih adonan yang dapat diolah lebih lanjut. Hasil nugget tempe yang dari pre-eksperimen yan telah dipilih level faktornya akan digunakan untuk melakukan percobaan yang sesungguhnya. Dari hasil pre eksperimen, tidak semua kombinasi tepung dapat menghasilkan nugget yang baik (gagal). Nugget yang gagal disebabkan karena terlalu lembek, warna tidak cerah atau terlalu keras. Kombinasi yang menghasilkan nugget yang baik kemudian diambil 2 level untuk masing-masing factor dan dipakai dalam melakukan eksperimen lebih lanjut. Kombinasi dapat dilihat pada Tabel 3

**Tabel 3. Level Faktor Untuk Eksperimen**

	Tp. Terigu	Tp. Maizena	Tp. Tapioka
Jumlah (Level) 1	10 gram (4%)	5 gram (2%)	2,5 gram (1%)
Jumlah (Level) 1	20 gram (8%)	10 gram (4%)	5 gram (2%)

Untuk menentukan jumlah eksperimen yang dilakukan maka digunakan *Orthogonal Array* (OA). Syarat khusus dalam penentuan *Orthogonal Array* (OA) adalah derajat bebas orthogonal  $\geq$  derajat bebas faktor. Dalam penelitian pembuatan nugget tempe ini terdapat 3 faktor masing-masing 2 level dengan asumsi tidak terdapat interaksi antar faktor. *Orthogonal Array* (OA) yang dapat digunakan untuk 2 level adalah  $L_4(2^3)$ ,  $L_8(2^7)$ , dan  $L_{12}(2^{11})$ , dst. Namun, untuk pemilihan *Orthogonal Array* (OA) dipilih jumlah eksperimen yang paling minimal terlebih dahulu. Maka digunakan *Orthogonal Array* (OA)  $L_4(2^3)$  sehingga perhitungan derajat bebas orthogonal dan faktornya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Derajat bebas faktor} &= \text{jumlah faktor (jumlah level -1)} \\ &= 3(2-1) = 3 \end{aligned}$$

$$\text{Derajat bebas orthogonal} = \text{jumlah eksperimen} - 1 = 4 - 1 = 3$$

Berdasarkan perhitungan di atas diketahui bahwa derajat bebas orthogonal  $\geq$  derajat bebas faktor, sehingga *Orthogonal Array*  $L_4(2^3)$  layak digunakan. *Orthogonal Array* untuk eksperimen pembuatan nugget dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Orthogonal Array  $L_4(2^3)$**

Eksperimen	Level Tepung Terigu	Level Tepung Maizena	Level Tepung Tapioka
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	1	2
4	2	2	1

Sehingga dalam penelitian ini dilakukan pembuatan 4 resep nugget tempe dengan kombinasi jumlah tepung seperti pada Tabel 5.

**Tabel 5. Kombinasi Level Faktor dalam Pembuatan Nugget Tempe**

Eksperimen	Tepung Terigu	Tepung Maizena	Tepung Tapioka
1	4%	2%	1%
2	4%	4%	2%
3	8%	2%	2%
4	8%	4%	1%

### Penyebaran Kuesioner

Penyebaran kuesioner dalam penelitian pembuatan nugget tempe ini menggunakan uji organoleptik. Dalam penelitian ini responden diminta untuk memberikan penilaian terhadap 4 macam nugget tempe yang masing masing pembuatannya sesuai dengan 4 macam resep seperti pada tabel 8. Setiap responden melakukan penilaian dengan tiga kriteria yaitu warna, rasa, dan kekenyalan. Penilaian dilakukan dengan cara memberikan skor dengan rentang nilai 1 hingga 10. Nilai 1 menunjukkan penilaian yang paling tidak suka sedangkan nilai 10 menunjukkan penilaian yang paling suka. Jumlah responden sebanyak 202 orang yang tersebar di berbagai wilayah di Surabaya dan Sidoarjo.

### Profil Responden

Penyebaran kuisisioner dilakukan di beberapa tempat di Surabaya dan Sidoarjo. Profil responden dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Profil Responden**

Responden	Jumlah	Persentase
Pekerjaan		
- Mahasiswa	62	0.31
- Ibu Rumah Tangga	80	0.41
- Karyawan Swasta	48	0.24
- Pensiun	7	0.03
- PNS	2	0.01
Jenis Kelamin		
- Laki-laki	86	0.43
- Perempuan	116	0.57
Usia		
- Kurang 20 tahun	13	0.06
- 20 – 25 tahun	48	0.24
- 26 – 30 tahun	30	0.15
- 31 – 35 tahun	40	0.20
- 36 – 40 tahun	36	0.18
- Lebih 40 tahun	35	0.17

### Uji Validitas dan Reliabilitas

Sebelum data hasil penilaian responden diolah maka perlu melakukan uji validitas dan reliabilitas. Tujuan utama dari uji validitas adalah untuk memeriksa apakah isi kuesioner sudah cukup dipahami oleh semua responden, yang diindikasikan dengan kecilnya prosentase jawaban responden yang terlalu menyimpang jauh dari jawaban satu responden lain. Uji validitas digunakan untuk mengidentifikasi adanya data *outlier*. Apabila ada data yang outlier maka data tersebut tidak digunakan. Uji validitas ini menggunakan metode *Hirarcical Cluster* yang outputnya berupa dendogram. Setelah melakukan uji validitas, maka uji selanjutnya adalah uji reliabilitas. Uji reliabilitas digunakan untuk mengidentifikasi konsistensi pertanyaan kuesioner yang diberikan. Apabila data telah dinyatakan valid dan reliabel maka data tersebut layak untuk diolah.

### Uji Analysis of Varian (ANOVA )

Uji ANOVA dilakukan untuk mengetahui faktor apa yang berpengaruh terhadap respon rasa, warna, dan kekenyalan dari nugget tempe. Pada uji ANOVA, data yang digunakan adalah data penilaian responden. Uji ANOVA dilakukan menggunakan *software* Minitab 16 dengan hipotesis sebagai berikut :

1. Efek terigu (faktor A)  
 $H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$   
 $H_1: \text{minimal terdapat satu } \alpha_i \neq 0$
2. Efek maizena (faktor B)  
 $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$   
 $H_1: \text{minimal terdapat satu } \beta_i \neq 0$
3. Efek tapioka (faktor C)  
 $H_0: \gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = 0$   
 $H_1: \text{minimal terdapat satu } \gamma_i \neq 0$

Semua hipotesis di atas menggunakan  $\alpha = 5\%$

### ANOVA Kriteria Rasa

Hasil output ANOVA untuk kriteria rasa dapat dilihat pada Gambar 1.

General Linear Model: Respon versus Trigu; Maizena; Tapioka						
Factor	Type	Levels	Values			
Trigu	fixed	2	1; 2			
Maizena	fixed	2	1; 2			
Tapioka	fixed	2	1; 2			
Analysis of Variance for Respon, using Adjusted SS for Tests						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Trigu	1	17,318	17,318	17,318	5,11	0,024
Maizena	1	42,109	42,109	42,109	12,44	0,000
Tapioka	1	6,811	6,811	6,811	2,01	0,156
Error	800	2708,776	2708,776	3,386		
Total	803	2775,015				
S = 1,84010		R-Sq = 2,39%		R-Sq(adj) = 2,02%		

Gambar 1. Hasil ANOVA Kriteria Rasa

Dari ANOVA di atas, maka dapat disimpulkan bahwa tepung terigu, dan maizena berpengaruh terhadap rasa nugget tempe. Hal ini dapat ditunjukkan dengan nilai P-value < 0,05.

### ANOVA Kriteria Warna

Hasil output ANOVA untuk kriteria rasa dapat dilihat pada Gambar 2.

General Linear Model: Respon versus Trigu; Maizena; Tapioka						
Factor	Type	Levels	Values			
Trigu	fixed	2	1; 2			
Maizena	fixed	2	1; 2			
Tapioka	fixed	2	1; 2			
Analysis of Variance for Respon, using Adjusted SS for Tests						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Trigu	1	25,205	25,205	25,205	8,49	0,004
Maizena	1	9,680	9,680	9,680	3,26	0,071
Tapioka	1	29,645	29,645	29,645	9,98	0,002
Error	796	2364,090	2364,090	2,970		
Total	799	2428,620				
S = 1,72336		R-Sq = 2,66%		R-Sq(adj) = 2,29%		

Gambar 2. Hasil ANOVA Kriteria Warna

Dari ANOVA di atas, maka dapat disimpulkan bahwa tepung terigu, dan tapioka berpengaruh terhadap warna nugget tempe. Hal ini dapat ditunjukkan dengan nilai P-value < 0,05.

### ANOVA Kriteria Kekenyalan

Hasil output ANOVA untuk kriteria rasa dapat dilihat pada Gambar 3.

General Linear Model: Respon versus Trigu; Maizena; Tapioka						
Factor	Type	Levels	Values			
Trigu	fixed	2	1; 2			
Maizena	fixed	2	1; 2			
Tapioka	fixed	2	1; 2			
Analysis of Variance for Respon, using Adjusted SS for Tests						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Trigu	1	3,800	3,800	3,800	0,93	0,334
Maizena	1	0,454	0,454	0,454	0,11	0,739
Tapioka	1	20,263	20,263	20,263	4,98	0,026
Error	792	3222,442	3222,442	4,069		
Total	795	3246,959				
S = 2,01711		R-Sq = 0,76%		R-Sq(adj) = 0,38%		

Gambar 3. Hasil ANOVA Kriteria Kekenyalan

Dari ANOVA di atas, maka dapat disimpulkan bahwa tepung tapioka berpengaruh terhadap kekenyalan nugget tempe. Hal ini dapat ditunjukkan dengan nilai P-value < 0,05.

### Hasil Penilaian Responden Terhadap Setiap Kriteria.

Rerata hasil penilaian responden terhadap masing-masing kriteria dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata Penilaian Responden

Eksperimen	Rasa	Warna	Kekenyalan
1	6,8	6,8	<b>6,6</b>
2	6,2	6,2	6,3
3	<b>7</b>	6,7	6,4
4	6,7	<b>6,95</b>	6,47

Berdasarkan pada Tabel 7. diatas dapat disimpulkan bahwa nilai tertinggi untuk kriteria rasa adalah nugget eksperimen ke 3, kriteria warna eksperimen ke 4 dan kriteria kekenyalan eksperimen ke 1. Sehingga kombinasi level terbaik untuk setiap kriteria dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8. Rangkuman kombinasi terbaik dalam tiap respon**

Kriteria	Level Faktor		
	Tp. Terigu	Tp. Maizena	Tp. Tapioka
Rasa	8 %	2 %	2 %
Warna	8 %	4 %	1 %
Kekenyalan	4 %	2 %	1 %

Berdasarkan tabel 8 dapat dilihat bahwa kombinasi level pengolahan nugget tempe yang terbaik untuk setiap kriteria berbeda. Sebagai contoh jika kriteria rasa yang dipakai maka kombinasi jumlah tepung yang digunakan sesuai dengan eksperimen 3, sedangkan yang menghasilkan warna terbaik menggunakan eksperimen ke 4. Dalam pengambilan keputusan hal seperti ini dapat menyebabkan kebingungan. Untuk mengatasi hal tersebut maka dapat dilakukan analisa lebih lanjut untuk menentukan kombinasi level faktor yang mana yang digunakan dalam pengolahan nugget tempe. Metode yang digunakan untuk menganalisa adalah metode TOPSIS.

### Analisa TOPSIS

Pada penelitian ini terdapat beberapa kriteria dan respon sehingga diperlukan salah satu metode MCDM (*Multi Criteria Decision Making*) (Wang, *et al*, 2011) yaitu TOPSIS yang digunakan untuk kriteria yang akan menjadi prioritas dalam pembuatan nugget tempe. Sebelum menggunakan metode TOPSIS, diperlukan penentuan tingkat kepentingan terhadap masing-masing kriteria kualitas nugget sehingga didapatkan nilai bobot masing-masing kriteria.

### Perhitungan Bobot Kriteria

Penentuan bobot kriteria dilakukan dengan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Dalam perhitungan AHP, diperlukan penilaian berpasangan terhadap setiap kriteria. Penilaian berpasangan dilakukan oleh responden. Hasil penilaian berpasangan dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9. Rangkuman Pembobotan Kriteria**

	Rasa	Warna	Kekenyalan	Geometrik Mean
Rasa	1,00	1,86	1,18	1,3
Warna	0,54	1,00	1,33	0,9
Kekenyalan	0,85	0,75	1,00	0,86
Σ	2,39	3,61	3,51	3,06

Contoh perhitungan bobot dan geometric mean adalah sebagai berikut :

$$\text{Bobot Rasa dibandingkan Warna} = \sqrt[200]{\frac{1}{4} \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{4} \times \dots \times \dots \times n_{200}} = 1,86$$

$$\text{Warna-rasa} = \frac{1}{1,86} = 0,54$$

Dari hasil pembobotan kemudian dilakukan normalisasi dengan cara sebagai berikut :

$$W_{\text{Rasa}} = \frac{1,3}{1,3 + 0,9 + 0,86} = 0,4243$$

$$W_{\text{Warna}} = \frac{0,9}{1,3 + 0,9 + 0,86} = 0,2935$$

$$W_{\text{Kekenyalan}} = \frac{0,86}{1,3 + 0,9 + 0,86} = 0,2822$$

Sehingga bobot kepentingan untuk kriteria rasa sebesar 0.4243, warna 0,2935 dan kekenyalan 0,2822. Sebelum bobot tersebut digunakan maka harus dilakukan uji konsistensi. Suatu pembobotan dianggap valid jika mempunyai konsistensi rasio (CR) kurang dari 0,1.

$$\lambda_{\text{max}} = (2,39 * 0,4243) + (3,61 * 0,2935) + (3,51 * 0,2822) = 3,064$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{3,064 - 3}{3 - 1} = 0,032$$

$$CR = CI/RI$$

Dimana :

- n menunjukkan banyaknya faktor
- nilai tabel RI untuk 3 faktor adalah 0,58

Sehingga

$$CR = 0,032/0,58 = 0,055$$

Dengan demikian pembobotan dikatakan konsisten

### Perhitungan TOPSIS.

Matrik performansi penilaian dan bobot masing-masing kriteria dapat dilihat pada tabel berikut:

Bobot	0,4243	0,2935	0,2822
Tipe nugget	Rasa	Warna	Kekenyalan
1	6,8	6,8	6,6
2	6,2	6,2	6,3
3	7	6,7	6,4
4	6,7	6,95	6,47

Langkah-langkah dalam prosedur TOPSIS adalah sebagai berikut :

Langkah 1: Membangun *normalized decision matrix*

(a) Menghitung  $(\sum x_{ij}^2)^{1/2}$  untuk tiap kolom :

Tipe nugget	Rasa	Warna	Kekenyalan
1	46,24	46,24	43,56
2	38,44	38,44	39,69
3	49	44,89	40,96
4	44,89	48,3025	41,8609
$\sum x_{ij}^2$	178,57	177,8725	166,0709
$(\sum x_{ij}^2)^{0,5}$	13,363009	13,336885	12,88684989

(b) Menghitung  $r_{ij}$  dengan cara membagi tiap kolom dengan  $(\sum x_{ij}^2)^{1/2}$  :

Tipe nugget	Rasa	Warna	Kekenyalan
1	0,5088674	0,5098642	0,512149987
2	0,4639674	0,4648762	0,488870442
3	0,5238341	0,5023662	0,49663029
4	0,5013841	0,5211112	0,502062184

Langkah2: Membangun *weighted normalized decision matrix*

Menghitung  $v_{ij}$  dengan cara mengalikan tiap kolom dengan  $w_j$ :

Tipe Nugget	Rasa	Warna	Kekenyalan
1	0,215912455	0,1496451	0,144528726
2	0,196861356	0,1364412	0,137959239
3	0,222262821	0,1474445	0,140149068
4	0,212737272	0,1529461	0,141681948



Langkah3: Menentukan *ideal solution* (A\*) dan *negative ideal solution* (A-)

(a). Menentukan *ideal solution* (A\*)

<b>Type Nugget</b>	<b>Rasa</b>	<b>Warna</b>	<b>Kekenyalan</b>
1	0,215912455	0,1496451	<b>0,144528726</b>
2	0,196861356	0,1364412	0,137959239
3	<b>0,222262821</b>	0,1474445	0,140149068
4	0,212737272	<b>0,1529461</b>	0,141681948

Sehingga A\* = 0,222262821; 0,152946; 0,144528726

(b) Menentukan *negative ideal solution* (A-)

<b>Type Nugget</b>	<b>Rasa</b>	<b>Warna</b>	<b>Kekenyalan</b>
1	0,215912455	0,1496451	0,144528726
2	<b>0,196861356</b>	<b>0,1364412</b>	<b>0,137959239</b>
3	0,222262821	0,1474445	0,140149068
4	0,212737272	0,1529461	0,141681948

Sehingga A- = 0,196861356; 0,136441; 0,137959239

Langkah 4 : Menentukan *separation* dari *ideal solution* (A\*) dan *negative ideal solution* (A-)

(a) Menentukan *separation* dari *ideal solution* (A\*)

<b>Type Nugget</b>	<b>Rasa</b>	<b>Warna</b>	<b>Kekenyalan</b>
1	0,0000403	0,0000109	0
2	0,0006452	0,0002724	0,0000431
3	0	0,0000303	0,0000192
4	0,0000907	0	0,0000081

<b>Type Nugget</b>	$\sum((v_j^* - i_j)^2)$	<b>Si*</b>
1	0,0000512	0,007155
2	0,0009607	0,030995
3	0,0000495	0,007035
4	0,0000988	0,009939

(b) Menentukan *separation* dari *negative ideal solution* A-

<b>Type Nugget</b>	<b>Rasa</b>	<b>Warna</b>	<b>Kekenyalan</b>
1	0,0003629	0,0001743	0,0000432
2	0	0	0
3	0,0006452	0,0001211	0,0000048
4	0,0002520	0,0002724	0,0000139

Tipe Nugget	$\sum((v_j - i_j)^2)$	$S_i$
1	0,0005804	0,0240925
2	0	0
3	0,0007711	0,0277687
4	0,0005383	0,0232017

Langkah 5 : Menghitung kedekatan relatif terhadap solusi ideal dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}$$

Tipe Nugget	$C_i^*$
1	0,770970351
2	0
3	<b>0,797934276</b>
4	0,700036559

Dari nilai  $C_i$  di atas, maka dapat diketahui bahwa kombinasi nomor 3 yang paling baik untuk pembuatan nugget tempe.

#### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan :

- Pembuatan nugget tempe dapat dipakai sebagai alternatif pengolahan tempe.
- Komposisi tepung tapioka, tepung maizena dan tepung terigu dalam pembuatan nugget tempe berpengaruh terhadap tingkat kesukaan responden terhadap tiga kriteria yaitu kekenyalan, rasa dan warna.
- Dengan menggunakan analisa TOPSIS komposisi yang paling optimum dalam membuat nugget tempe adalah tepung terigu 8 %, tepung maizena 2 % dan tepung tapioka 2 %. Prosentase yang dimaksud adalah prosentase dari berat tempe.

Ucapan Terima Kasih:

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya yang telah membiayai penelitian ini melalui Interdisciplinary Research Grant Tahun 2012.

#### PUSTAKA

- Winarno, F.G., 2004. **Kimia Pangan dan Gizi**. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Balavedram, N. 1995. **Quality By Design**. 1<sup>st</sup> Edition. Prentice Hall. London.
- Hwang, C.L.; Yoon, K.,1981, **Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications**. New York: Springer-Verlag
- Tri Margono, Detty Suryati, Sri Hartinah, 1993, *Buku Panduan Teknologi Pangan*, Pusat Informasi Wanita dalam Pembangunan PDII-LIPI bekerjasama dengan Swiss Development Cooperation.
- Taguchi, G., Snowdhury, S and Taguchi, S.1999. **Robust Engineering**. Mc. Graw Hil Book Co. Inc
- Ross, P.J. 1996. **Taguchi Technique for Quality Engineering**. 2<sup>nd</sup> Edition. McGraw Hill Back Co, Inc.
- Hamdhani, Paulina Veronika, 2003, *Pengaruh Penambahan Tepung Tapioka Pada Daging Kalkun Terhadap Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Turkey Nuggets*, Skripsi : Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Wang, H-B; Ting H-F, Chen J-T, and Wang D-S. 2011, **OPTIMIZING MULTIPLE QUALITY CHARACTERISTICS BY TAGUCHI METHOD AND TOPSIS ALGORITHM**, The International Journal of Organizational Innovation Vol 4 Num 2, p49-63.