

## Desain Eksperimen Untuk Pengendalian Kadar Air Jamu Simplisia

Ida Nursanti<sup>\*1)</sup>, dan Arinda Lisna Nindhira<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jln. A. Yani Tromol Pos I Pabelan Kartasura Surakarta, 57102, Indonesia

<sup>2)</sup>Pusat Studi Logistik dan Optimisasi Industri (Puslogin), Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jln. A. Yani Tromol Pos I Pabelan Kartasura, Surakarta, 57102, Indonesia  
Email: Ida.Nursanti@ums.ac.is, rindanindhira@gmail.com

### ABSTRAK

Beberapa karakteristik dasar pada produksi jamu antara lain yaitu rasa, tingkat kehalusan dan kadar air yang dapat menentukan kualitas dari jamu yang diproduksi. Kadar air merupakan faktor kritis pada produksi jamu dimana kadar air maksimal yang disarankan untuk jamu serbuk/simplisia adalah tidak lebih dari 10% agar terhindar dari tumbuhnya jamur. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi faktor yang berpengaruh terhadap kadar air dari proses penggilingan jamu serbuk, membuat rancangan desain eksperimen yang sesuai dengan level dan faktor yang berpengaruh serta dapat menentukan kombinasi level dari faktor yang dapat menghasilkan kadar air seminimal mungkin agar sesuai dengan standar mutu jamu. Desain eksperimen dilakukan dengan metode Taguchi dan di analisis dengan ANOVA. Dari 4 eksperimen yang dilakukan, kombinasi yang optimum untuk mencapai kadar air sesuai standar jamu yaitu berat giling 600 kg, kadar air awal 10-11% dan waktu giling 15 jam. Dan semua faktor memiliki pengaruh yang sama terhadap kadar air jamu.

**Kata kunci:** ANOVA, Desain Eksperimen, Kualitas, Metode Taguchi.

### 1. Pendahuluan

Permasalahan kualitas produk merupakan hal yang memerlukan perhatian khusus karena suatu produk yang berkualitas merupakan salah satu cara untuk memenangkan persaingan di industri. Kualitas adalah ciri atau karakteristik produk maupun jasa yang dibuat dengan tujuan memenuhi kebutuhan serta harapan konsumen (Dorothea, 2003). Setiap perusahaan perlu melakukan evaluasi dan perbaikan secara bertahap terhadap proses produksinya sehingga dapat menghasilkan produk dengan kualitas yang optimal. Mutu atau kualitas merupakan hal penting dalam pembuatan suatu produk karena akan berpengaruh terhadap perusahaan dan merupakan salah satu cara untuk memenangkan persaingan di industri lain. Hal lain yang diperhatikan dalam pembuatan suatu produk adalah tingkat keefisienan pada proses produksi sehingga dapat meminimalkan tingkat kesalahan yang menimbulkan kecacatan pada produk yang dihasilkan. Pengendalian kualitas merupakan salah satu cara untuk membantu perusahaan untuk menjaga produk yang dihasilkan dan proses produksi menyeluruh. Menurut Assauri (1998), pengendalian kualitas adalah pengawasan terhadap mutu yang bertujuan untuk mempertahankan kualitas dari suatu produk yang dihasilkan agar sesuai dengan standar produk di perusahaan. Pengendalian kualitas bukan hanya membahas mengenai produk yang cacat saja tetapi kualitas mengenai semua proses produksinya dari bahan baku datang hingga produk sampai ke konsumen. Menurut Prawirosentono (2007), kualitas suatu produk adalah keadaan fisik dan fungsi dari produk yang dihasilkan dan dapat memenuhi kebutuhan konsumen berdasarkan nilai uang yang dikeluarkan. Pengendalian kualitas merupakan sistem verifikasi serta perawatan kualitas produk maupun proses yang diinginkan dengan perencanaan yang sebenarnya, pengecekan secara bertahap, memakai peralatan yang sesuai dan tindakan yang korektif apabila diperlukan (Montgomery, 1990).

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri pembuatan jamu tradisional yang memproduksi bermacam-macam produk jamu dengan beberapa merek dan fungsi. Proses produksi pada jamu melewati beberapa tahapan mulai dari kedatangan bahan baku, penimbangan bahan baku, pencampuran, penggilingan, pengayakan dan proses terakhir

adalah pengemasan. Pada produksi jamu mempunyai beberapa karakteristik yang dapat menentukan kualitas dari jamu yaitu rasa, tingkat kehalusan dan kadar air. Menurut Depkes RI, kadar air merupakan faktor kritis/CTQ (*Critical to Quality*) berdasarkan standar mutu jamu tradisional. Kadar air maksimal pada jamu simplisia/sebuk tidak boleh lebih dari 10% supaya jamu terhindar dari tumbuhnya jamur (Depkes RI, 1994). Pada proses penggilingan terjadi pengecekan kadar air sebelum dan sesudah giling oleh bagian *quality control*, setelah dianalisa maka terjadi permasalahan di perusahaan yaitu mengenai kadar air yang tidak sesuai dengan standar mutu jamu. Penyebabnya bisa dikarenakan beberapa faktor yang mempengaruhi kadar air, baik faktor yang terkontrol dan tidak. Apabila permasalahan kadar air ini dibiarkan terjadi terus menerus tanpa ada perbaikan maka akan merugikan perusahaan karena akan menambah biaya produksi dan membutuhkan waktu yang lebih lama. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi serta mengendalikan faktor-faktor yang berpengaruh sehingga dapat menghasilkan jamu dengan kadar air yang sesuai dengan standar mutu jamu. Objek eksperimen yang dilakukan yaitu jamu dengan merek pegal linu yang diproduksi oleh PT. XYZ.

## 2. Metode

Desain eksperimen merupakan evaluasi secara bersama-sama terhadap 2 atau lebih faktor yang berpengaruh terhadap kemampuan dari faktor tersebut untuk mempengaruhi variabilitas hasil kombinasi dari karakteristik sebuah produk maupun proses tertentu (Soejanto, 2010). Metode Taguchi diciptakan oleh Dr. Genichi Taguchi pada tahun 1940 yang merupakan metodologi di bidang teknik yang mempunyai tujuan untuk memperbaiki kualitas proses maupun produk secara bersamaan sehingga dapat meminimalisir biaya dan waktu yang dikeluarkan dalam penelitian ini. Dalam metode ini digunakan *matriks orthogonal array* yang berfungsi sebagai penentu berapa kali eksperimen yang dilakukan dalam penelitian dan dapat memberikan informasi yang banyak berdasarkan pada faktor dan level yang mempengaruhi. Hal yang paling penting dari *matriks orthogonal array* adalah pemilihan dari kombinasi nilai level dari faktor yang berpengaruh. Taguchi memberikan pendekatan melalui *S/N Ratio (Signal To Noise)* yang digunakan untuk memilih faktor yang memiliki suatu kontribusi pada pengurangan kombinasi suatu respon dan meneliti seberapa banyak pengaruh faktor pengganggu terhadap kombinasi yang dihasilkan. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk mengetahui nilai level dari faktor yang berpengaruh terhadap eksperimen. Jenis yang dipilih dari *S/N Ratio* berdasarkan pada karakteristik yang diinginkan, dengan persamaan:

### a. *Small The Better*

Karakteristik kualitas yang menjelaskan dimana nilai yang dihasilkan semakin rendah, maka kualitas akan semakin baik. Nilai S/N untuk jenis karakteristik ini adalah:

$$\frac{S}{N} = -10 \log_{10}(MSD) \quad (1)$$

$$MSD = (y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + \dots) / n \quad (2)$$

Dimana:

$y_1, y_2, y_3, \dots$  = Hasil dari percobaan

$n$  = Jumlah replikasi/pengulangan

### b. *Nominal The Better*

Karakteristik kualitas yang menjelaskan ditetapkan suatu nilai nominal tertentu, jadi apabila nilainya semakin mendekati nominal yang sudah ditetapkan maka kualitasnya akan semakin baik. Nilai S/N untuk jenis karakteristik ini adalah:

$$S/N_{NTB} = 10 \text{ Log } \left[ \frac{\mu^2}{s^2} \right] \quad (3)$$

Dimana:

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (4)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - m)^2 \quad (5)$$

c. *Large The Better*

Karakteristik kualitas yang menjelaskan dimana nilai yang dihasilkan semakin besar maka kualitas akan semakin baik. Nilai S/N untuk jenis karakteristik ini adalah:

$$S/N_{LTB} = -10 \log \frac{1}{n} \left[ \sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{y_i} \right)^2 \right] \quad (6)$$

Dimana:

n = jumlah trial dalam percobaan

yi = nilai percobaan ke-i

ANOVA (*Analysis of Variance*) adalah salah satu dari metode statistik yang digunakan untuk menyelidiki hubungan antar variabel respons/dependen dengan satu atau lebih beberapa variabel independen (Iriawan, 2006). Analisis ANOVA dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh faktor dengan variabel penelitian yang sudah ada. Langkah-langkah yang dilakukan pada pengujian dengan menggunakan uji-F adalah:

1. Menentukan hipotesis terhadap penelitian
2. Mencari derajat kebebasan ( $\alpha$ )
3. Menentukan kriteria pada pengujian
4. Menghitung Fratio

$$F = \frac{\text{VarianceBetweenMean}}{\text{VarianceWithinGroup}} \quad (7)$$

5. Membuat kesimpulan bahwa hasil yang diperoleh ditolak atau diterima Ho dengan membandingkan Ftabel dengan Fratio, ketika:

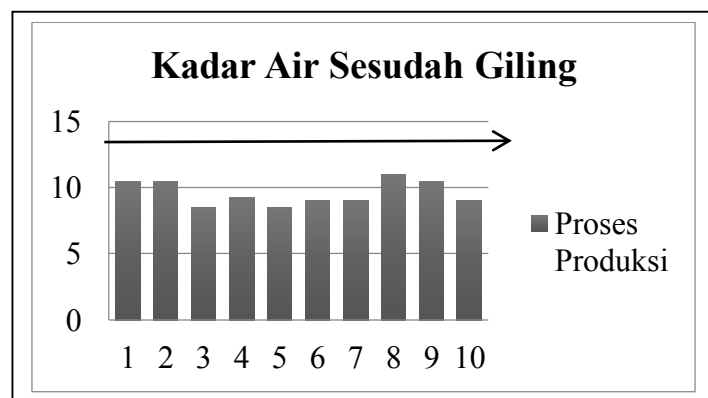
Fhitung > Ftabel maka faktor yang ada tidak mempengaruhi proses

Fhitung ≤ Ftabel maka faktor yang ada akan mempengaruhi proses

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Penentuan Variabel

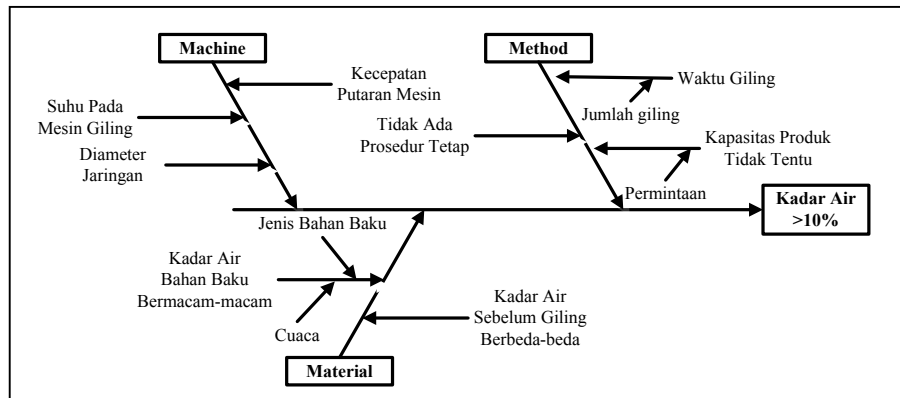
Data kadar air jamu merek pegal linu pada produksi yang dilakukan sebelum penelitian menunjukkan bahwa terjadi beberapa kali prosentase kadar air jamu setelah giling berada di atas 10%.



Gambar 1. Data Kadar Air Jamu Pegal Linu

### Identifikasi Faktor-Faktor

Analisis faktor dilakukan dengan cara observasi objek dan wawancara dengan bagian produksi. *Fishbone diagram* yang ditampilkan pada gambar 2. menunjukkan faktor yang yang mempengaruhi kadar air jamu.



Gambar 2. Fishbone Diagram

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kadar air jamu selanjutnya dibedakan menjadi faktor terkontrol dan faktor tidak terkontrol. Faktor terkontrol merupakan faktor yang dapat dikendalikan oleh perusahaan dan faktor yang tidak terkontrol adalah faktor yang sulit untuk dapat dikendalikan. Tabel 1. menunjukkan pengelompokan faktor yang dapat dikontrol dan tidak terkontrol.

Tabel 1. Pengelompokan Faktor Terkontrol dan Faktor Tidak Terkontrol

Faktor Terkontrol	Faktor Tidak Terkontrol
Waktu Giling Kapasitas Produksi Kadar Air Sebelum Giling Prosedur Kerja Suhu Pada Mesin Giling Diameter Jaringan Kecepatan Putaran Mesin	Kadar Air Bahan Baku

Faktor terkontrol seperti suhu pada mesin giling, diameter jaringan untuk menyaring benda asing yang masuk ke dalam proses penggilingan dan kecepatan putaran mesin merupakan faktor yang dapat diubah pengaturannya namun perusahaan telah menetapkan standar pengaturan pada mesin dengan pengaturan yang sama untuk semua produksi jamu dengan merek apapun dan jumlah giling berapapun. Faktor yang tidak bisa dikontrol adalah kadar air bahan baku karena meliputi beberapa hal yang mempengaruhi kadar air bahan baku salah satunya adalah cuaca yang sangat berpengaruh terhadap bahan baku yang datang di perusahaan. Sedangkan faktor yang dapat dikontrol untuk bisa dilakukan eksperimen adalah waktu giling, kapasitas produksi dan kadar air sebelum giling.

### Penentuan Jumlah Level dan Nilai Tiap Faktor

Pada tahapan ini penentuan level berdasarkan faktor yang dapat dikendalikan, level yang dipilih adalah 2 dengan 3 faktor yang berpengaruh. Penentuan level berdasarkan keefektifan dalam melakukan penelitian. Tabel 2. menjelaskan faktor dan level yang dipilih untuk eksperimen yang dilakukan.

Perhitungan Derajat Kebebasan/*Degree of Freedom* (DOF)

$$\text{Derajat Kebebasan} = (\text{Banyak faktor}) \times (\text{Banyak level}-1)$$

$$= 3 \times (2 - 1)$$

$$= 3 \text{ derajat kebebasan}$$

**Tabel 2.** Faktor dan Level Eksperimen

No	Faktor	Level	
		1	2
1.	Berat Giling (Kg)	300	600
2.	Kadar Air Awal (%)	10 – 11	12 - 13
3.	Waktu Giling (Jam)	10	15

Pemilihan Matriks Orthogonal Array (OA)

Berdasarkan perhitungan derajat kebebasan maka dapat diketahui bahwa dengan 3 faktor dan 2 level, didapatkan 3 derajat kebebasan sehingga dapat diketahui bahwa matriks OA yang sesuai adalah  $L_4(2^3)$  yang artinya eksperimen yang dilakukan adalah 4 kali.

Penempatan Kolom untuk Faktor dan Interaksi ke Matriks OA

Matriks ortogonal yang dipakai adalah  $L_4(2^3)$  dengan kombinasi level pada masing-masing faktor dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3.** Matriks Orthogonal  $L_4(2^3)$

Matriks Orthogonal $L_4(2^3)$			
Eksperimen	1	2	3
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	1	2
4	2	2	1

Penempatan level dari masing-masing faktor sesuai dengan Matriks Orthogonal yang telah ditentukan dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Faktor dan Level Yang Digunakan Sesuai Matriks Orthogonal

Eksperimen	Berat Awal (Kg)	Kadar Air Awal (%)	Waktu Giling (Jam)
1	300	10 - 11	10
2	300	12 - 13	15
3	600	10 - 11	15
4	600	12 - 13	10

### Pelaksanaan Eksperimen

Eksperimen yang dilakukan dimulai dari mengatur berat awal yang akan diproduksi dan waktu yang dibutuhkan untuk menggiling kapasitas produksi lalu selanjutnya mengecek kadar air sebelum digiling menggunakan alat grain moisture meter serta mencatatnya kemudian prosedur terakhir adalah mengecek kadar air setelah giling menggunakan alat grain moisture meter juga. Pengecekan kadar air dilakukan di ruangan QC dengan mengambil sampel dari jamu yang diproduksi. Karakteristik kualitas yang digunakan adalah *smaller the better* dimana semakin kecil kadar air jamu yang dihasilkan maka akan semakin baik. Jumlah replikasi atau pengulangan dalam eksperimen adalah 3 kali. Pengamatan pada penelitian ini dibatasi hanya memeriksa bagian kadar air sesudah giling saja. Hasil eksperimen yang dilakukan sebanyak 4 (empat) kali sesuai dengan Matriks Orthogonal yang telah ditentukan dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil Eksperimen

Eksperimen	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
1	8,50 %	9 %	9 %
2	8 %	8 %	9,30 %
3	8,80 %	8 %	8 %
4	8 %	8,50 %	9,70 %

### Pengolahan Data

#### 1. Pehitungan Main Effect (S/N Ratio)

Perhitungan *S/N Ratio* dengan menggunakan persamaan (1) dan (2) dapat dilihat pada tabel 6. Pengaturan optimum yang didapatkan berdasarkan perhitungan *S/N Ratio* yaitu berat

giling dengan level 2 yaitu -18,6; kadar air awal dengan level 1 yaitu -18,635 dan waktu giling dengan level 2 yaitu nilainya -18,58.

**Tabel 6.** Respon Faktor Utama

Eksperimen	Berat Giling		Kadar Air Awal		Waktu Giling		Hasil
	1	2	1	2	1	2	
1	-18,92		-18,92		-18,92		-18,92
2	-18,54			-18,54		-18,54	-18,54
3		-18,35	-18,35			-18,35	-18,35
4		-18,85		-18,85		-18,85	-18,85
Total	-37,46	-37,2	-37,27	-37,39	-18,92	-55,74	-74,66
Jumlah	2	2	2	2	1	3	4
Rata-Rata	-18,73	-18,6	-18,635	-18,695	-18,92	-18,58	-18,665

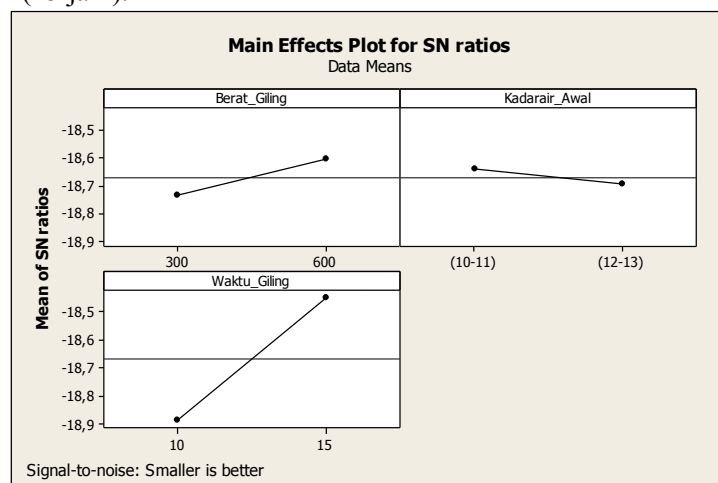
2. Perhitungan S/N Ratio menggunakan *Software Minitab*

Perhitungan *Signal To Noise Ratio* dengan *software minitab* 16 menghasilkan *output* seperti pada tabel 7.

**Tabel 7.** Output S/N Ratio

Response Table for Signal to Noise Ratios			
Smaller is better			
Level	Berat_Giling	Kadarair_Awal	Waktu_Giling
1	-18,73	-18,64	-18,89
2	-18,6	-18,7	-18,45
Delta	0,13	0,06	0,44
Rank	2	3	1

Urutan faktor yang paling dominan yang mempengaruhi kadar air adalah waktu giling, berat giling dan kadar air sebelum giling. Grafik yang dijelaskan pada gambar 3. menunjukkan bahwa dilakukan pemilihan nilai yang paling besar (tidak tergantung pada karakteristik kualitas yang dipilih) pada setiap faktor. Pemilihan pengaturan level dari faktor yang paling optimum yaitu berat giling dengan level 2 (600 kg), kadar air awal dengan level 1 (10%-11%) dan waktu giling dengan level 2 (15 jam).



**Gambar 3.** Grafik Hasil Perhitungan S/N Rasio

3. Perhitungan ANOVA menggunakan *Software Minitab*

Pada analisis ANOVA taraf signifikan ( $\alpha$ ) yang dipakai adalah 0,05 (5%) dengan  $H_0$  yaitu tidak ada faktor yang berpengaruh dan  $H_1$  yaitu minimal ada 1 faktor yang berpengaruh. Hasil dari ANOVA dapat dilihat pada tabel 8. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai  $p = 0,687$  dan  $\alpha = 0,05$  maka  $p \geq \alpha$  berarti  $H_0$  ditolak. Jafi minimal ada 1 faktor yang berpengaruh terhadap kadar air.

**Tabel 8.** Output ANOVA

Source	Df	SS	MS	F	P
Factor	3	0,62	0,207	0,51	0,687
Error	8	3,247	0,406		
Total	11	3,867			
	S = 0,6371	R-Sq = 16,03%	R-Sq (adj) = 0,00%		

4. Perhitungan ANOVA Tes Tukey menggunakan *Software Minitab*

Tes tukey dilakukan untuk mengetahui apakah antara kombinasi memiliki pengaruh yang sama atau berbeda pada kadar air. Hasil pengolahannya dapat dilihat pada tabel 9. dimana tanda dari *lower* dan *upper* memiliki tanda plus dan minus, artinya setiap kombinasi memiliki pengaruh yang sama yaitu antara kombinasi 1 sampai kombinasi ke 4.

**Tabel 9.** Hasil Tes Tukey

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals			
All Pairwise Comparisons			
Individual confidence level = 98,74%			
K1 subtracted from			
	Lower	Center	Upper
K2	-2,0661	-0,4	1,2661
K3	-2,2328	-0,5667	1,0995
K2 subtracted from			
	Lower	Center	Upper
K3	-1,8328	-0,1667	1,4995
K4	-1,3661	0,3	1,9661
K3 subtracted from			
	Lower	Center	Upper
K4	-1,1995	0,4667	2,1328

#### 4. Simpulan

Faktor yang berpengaruh terhadap kadar air jamu adalah berat produksi, kadar air sebelum giling dan waktu giling. Kombinasi yang dihasilkan dari pengaturan yang optimal pada faktor dan nilai level yang berpengaruh terhadap kadar air yaitu berat produksi dengan level 2 yaitu 600, kadar air awal level 1 yaitu (10-11%) dan waktu giling level 2 yaitu 15 jam. Urutan faktor yang dinilai dominan yang mempengaruhi kadar air dari analisa S/N Ratio dengan karakteristik kualitas *smaller is better* adalah waktu giling, berat produksi dan kadar air sebelum giling. Terdapat faktor yang berpengaruh terhadap kadar air dan yang terlihat pada penelitian ini adalah terdapat 3 faktor yang dapat mempengaruhi kadar air dan hasil Tes Tukey menunjukkan bahwa semua kombinasi memiliki pengaruh yang sama terhadap kadar air. Kelemahan dari penelitian ini adalah eksperimen yang dilakukan hanya menggunakan 3 faktor dan 2 level, sehingga diharapkan pada penelitian selanjutnya dianalisis lebih banyak lagi faktor dan levelnya.

#### Daftar Pustaka

- \_\_\_\_\_. Departemen Kesehatan: Direktorat Pengawasan Obat Tradisional Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan. (1994). *Kondifikasi Peraturan Perundang Undangan Obat Tradisional Jilid I*. Jakarta.
- Assauri, Sofyan. (1998). *Manajemen Operasi dan Produksi*. LPFE UI. Jakarta.
- Dorothea, Malayu Ariani. (2003). *Manajemen Kualitas Pendekatan Sisi Kuantitatif*. Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Iriawan, Nur., dan Astuti, Septin P. (2006). *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Andi Yogyakarta. Yogyakarta.

- Montgomery, Douglas. C. (1990). *Pengantar Pengendalian Kualitas (Terjemahan)*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Muharom dan Siswadi. (2015). *Desain Eksperimen Taguchi untuk Meningkatkan Kualitas Batu Bata Berbahan Baku Tanah Liat*. Jemis, Vol. 3, No. 1.
- Prawirosentono, Suyadi. (2007). *Filosofi Baru Tentang Manajemen Mutu Terpadu Abad 21 Kiat Membangun Bisnis Kompetitif*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Soejanto, Irwan. (2009). *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi. Edisi pertama*. Graha Ilmu. Yogyakarta.