

Robust Design Of Experiment (DOE) Untuk Meningkatkan Produktivitas Produksi Gula Merah

Oleh:

Sinta Ika Adelia

Indah Apriliana Sari Wulandari

Teknik Industri

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Maret, 2026



HKI


REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka pelaksanaan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini mengumumkan:

Nomor dan tanggal permohonan: EC00202605700, 5 Maret 2026

Pencipta
Nama: **Siti Eko Adella dan Indah Aprilina Sari Wulandari, S.T., MT.**
Alamat: **Kampung RT091 RW062, Kel. Dua Jang, Kec. Gunung, Kab. Banyuwangi, Jember, Kab. Banyuwangi, Jawa Timur, 69100**
Kewarganegaraan: **Indonesia**

Pesangon Hak Cipta
Nama: **Universitas Muhammadiyah Sidoarjo**
Alamat: **Jl. Murojahat No. 666 B, Sidorejo, Ceger, Sidoarjo, Sidoarjo, Kab. Sidoarjo, Jawa Timur, 61271**
Kewarganegaraan: **Indonesia**

Jenis Ciptaan
Nama: **Karya Tulis (Artikel)**
Judul Ciptaan: **Robot Design of Experiment (DOE) Untuk Meningkatkan Produktivitas Produksi Gula Merah**

Tanggal dan tempat ditemukannya untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia: **5 Maret 2026, di Kaf. Sidoarjo**

Jangka waktu perlindungan: **Berkas selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.**

Nomor Pendaftaran: **001162804**

sebagai bentuk perlindungan keterangan yang diberikan oleh Pemerintah.
Surat Pendaftaran Hak Cipta atau produk Hak Cipta ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

s.d. MENTERI HUKUM
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
DIREKTOR Hak Cipta dan Desain Industri


Aang Darmasutomo, S.H., M.H.
NIP. 196912261994031001





Disetujui:
1. Dalam hal pemohon memiliki 4 (empat) kali kesempatan untuk mengajukan permohonan, Menteri berwenang untuk menunda-nunda proses permohonan.
2. Surat Pendaftaran ini tidak dapat dicabut, sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta dan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.
3. Surat Pendaftaran ini dapat dicabut dengan ketentuan tidak dapat diajukan ke pengadilan oleh pemohon atau pihak lain yang berkepentingan.

Pendahuluan



Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu bagaimana mengendalikan kualitas produk gula merah serta meminimalkan kecacatan menggunakan metode *Design of Eksperiment*.



Metode



Hasil dan Pembahasan

Kombinasi Faktor Kontrol dan Level Faktor

Faktor Kontrol	Level Faktor		
	1	2	3
suhu pemasakan	105°	110°	115°
lama pemasakan	15 menit	20 menit	25 menit
campuran kapur	0,5 g	1 g	1,5 g
konsentrasi nira	12° brix	14° brix	16° brix

Matrix Ortogonal Array

Ortogonal Array L9				
Experiment Number	Faktor			
	A	B	C	D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

Hasil dan Pembahasan

Penentuan Jumlah *Experimen*

Experimen Number	Faktor			
	A	B	C	D
1	105°	15 menit	0,5 g	12° brix
2	105°	20 menit	1 g	14° brix
3	105°	25 menit	1,5 g	16° brix
4	110°	15 menit	1 g	16° brix
5	110°	20 menit	1,5 g	12° brix
6	110°	25 menit	0,5 g	14° brix
7	115°	15 menit	1 g	14° brix
8	115°	20 menit	0,5 g	16° brix
9	115°	25 menit	1,5 g	12° brix

Hasil dan Pembahasan

No	Parameter	Indikator Penilaian	Skala	Bobot (%)
1	Warna	Keseragaman warna coklat, tidak terlalu gelap, tidak gosong	0-100	35%
2	Tekstur	Tingkat kekerasan, tidak rapuh, tidak terlalu lunak	0-100	35%
3	Moisture	Tingkat kekeringan, tidak lengket, tidak terlalu basah	0-100	30%
Total				100%

Penilaian kualitas dilakukan oleh 3 expert dengan skoring 0-100, dimana skor yang lebih tinggi menunjukkan kualitas gula merah yang lebih baik.

Cara Perhitungan Skor Akhir

$$\begin{aligned} & (\text{warna} \times 0,35) \\ & + \\ & (\text{tekstur} \times 0,35) \\ & + \\ & (\text{moisture} \times 0,30) \end{aligned}$$

Hasil dan Pembahasan

Hasil Experimen

Percobaan	A (suhu)	B (waktu)	C (gram)	D (brix)	rep 1	rep 2	rep 3	jumlah	rata-rata
1	105°	15 mnt	0,5 g	12°	68	70	69	207	69,00
2	105°	20 mnt	1 g	14°	72	73	71	216	72,00
3	105°	25 mnt	1,5 g	16°	75	74	76	225	75,00
4	110°	15 mnt	1 g	16°	80	82	81	243	81,00
5	110°	20 mnt	1,5 g	12°	74	73	75	222	74,00
6	110°	25 mnt	0,5 g	14°	78	77	79	234	78,00
7	115°	15 mnt	1 g	14°	83	84	82	249	83,00
8	115°	20 mnt	0,5 g	16°	88	87	89	264	88,00
9	115°	25 mnt	1,5 g	12°	76	75	77	228	76,00
Jumlah								2088	696,0
Rata-Rata								232	77,33

Hasil dan Pembahasan

Perhitungan Nilai Rasio S/N

Response Table for Signal to Noise Ratios

Larger is better

Level	suhu pemasakan (derajat)	lama pemasakan (menit)	campuran kapur (gram)	konsentrasi nira (brix)
1	37,14	37,77	37,83	37,26
2	37,80	37,81	37,64	37,79
3	38,29	37,65	37,75	38,19
Delta	1,15	0,15	0,19	0,93
Rank	1	4	3	2

dengan karakteristik *larger is better*, faktor suhu pemasakan memiliki nilai delta sebesar 1,15 sehingga menjadi faktor yang paling berpengaruh terhadap kualitas gula merah. Pemilihan level optimal dilakukan berdasarkan S/N ratio tertinggi pada masing-masing faktor, sehingga diperoleh kombinasi optimal pada suhu pemasakan level 3 (115°), lama pemasakan level 2 (20menit), campuran kapur level 1 (0,5g), dan konsentrasi nira level 3 (16° brix). Nilai S/N ratio yang lebih tinggi menunjukkan bahwa variasi respon semakin kecil dan sistem menjadi *robust* terhadap faktor gangguan.

Hasil dan Pembahasan

Perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
suhu pemasakan	2	482,00	241,000	241,00	0,000
lama pemasakan	2	14,00	7,000	7,00	0,006
campuran kapur	2	18,00	9,000	9,00	0,002
konsentrasi nira	2	314,00	157,000	157,00	0,000
Error	18	18,00	1,000		
Total	26	846,00			

Berdasarkan hasil analisis varians (ANOVA), diperoleh bahwa seluruh faktor kontrol yaitu suhu pemasakan, lama pemasakan, campuran kapur, dan konsentrasi nira memiliki pengaruh signifikan terhadap respon karena nilai P-Value < 0,05. Faktor yang paling dominan mempengaruhi respon adalah suhu pemasakan ($F = 241,00$) dan konsentrasi nira ($F = 157,00$). Nilai R^2 sebesar 97,87% menunjukkan bahwa model mampu menjelaskan hampir seluruh variasi data, sehingga model dinyatakan sangat baik dan layak digunakan dalam penentuan kombinasi parameter optimal.

Temuan Penting Penelitian

1. Kecacatan gula merah dipengaruhi signifikan oleh suhu, lama pemasakan, campuran kapur, dan konsentrasi nira ($p < 0,05$).
2. Faktor paling dominan adalah suhu pemasakan dan konsentrasi nira.
3. Setting optimal 115°C , 20 menit, 0.5 g kapur, 16°brix (level 3-2-1-3).

Manfaat Penelitian

1. Memberikan standarisasi proses produksi yang jelas dan terukur.
2. Mengurangi kecacatan dan *reprocessing*.
3. Meningkatkan kualitas, produktivitas, dan efisiensi biaya.
4. Menjadi referensi penerapan DOE pada UMKM pangan.

Referensi

- [1] R. C. Nugroho, A. Madjid, P. N. Jember, and P. Korespondensi, "Kajian Proses Pembuatan Gula Merah dari Macam Bahan Baku," vol. 2, no. 2, pp. 287–299, 2025.
- [2] S. I. Mahmud, A. M. Morad, I. A. Negara, and S. Mujahidin, "Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pengembangan Industri Gula Merah: Meningkatkan Ekonomi Lokal dan Kemandirian Desa," vol. 4, no. 6, pp. 647–651, 2024.
- [3] H. Zulkifli, "Pola Distribusi Pemasaran Gula Merah Di Kabupaten Enrekang (Studi Kasus Penrajang Gula Merah Desa Batu Mila Kec. Maiwa)," vol. 02, no. 1, pp. 24–30, 2021.
- [4] S. Kasus, U. D. Sanusi, R. B. Erlangga, and H. C. Wahyuni, "Application of Quality Control using Six Sigma and Taguchi Method on MSMEs Kerupuk Tahu Bangil in Pandemic Period (Case Study : UD . Sanusi) Penerapan Pengendalian Kualitas menggunakan Metode Six Sigma dan Metode Taguchi pada UMKM Kerupuk Tahu Bangil dalam Masa Pandemi," vol. 3, no. December, 2022.
- [5] P. Design, O. F. Experiment, D. O. E. Di, and P. T. Xyz, "Jurnal Taguchi Failure Mode Effect Analysis (Fmea) Dengan," pp. 229–241, 2024.
- [6] M. Design, P. T. Xyz, and E. Supriyadi, "Pemanfaatan Produk Defect Tinta Cetak dengan Menggunakan," vol. 8, pp. 180–191, 2023.
- [7] P. Astra and P. Astra, "Juni 2025 Vertical Lifter Design Of Experiment In Improving Mold Efficiency," vol. 16, pp. 79–85, 2025.
- [8] A. M. Putra, A. Anizar, and N. Panjaitan, "Jurnal Sistem Teknik Industri Quality Optimization of Fuel Transportation Tank Production Process Using Design of Experiment (DoE) at PT . Sejahtera Mandiri Pekanbaru," vol. 27, no. 2, pp. 105–116, 2025.
- [9] D. Eksperimen, P. Suhu, and L. Pengeringan, "Talenta Conference Series Desain Eksperimen Pengaruh Suhu Pengeringan , Lama Pengeringan , dan," vol. 6, no. 1, 2023, doi: 10.32734/ee.v6i1.1776.
- [10] P. Promosi, K. Pelayanan, D. A. N. Kepercayaan, and M. F. Arsyah, "Sebagai Variabel Intervening (Studi Pada Pelanggan Shopeepay Semarang)," vol. 11, pp. 1–12, 2022.

Referensi

- [11] C. V. C. Laundry, "Peningkatan Kualitas Jasa Pewarnaan Produk Celana Jeans dengan Penerapan Six Sigma & Eksperimen Taguchi Attribute Characteristic (Kasus," vol. 20, no. 01, pp. 52–62, 2021.
- [12] A. F. Wafiq *et al.*, "E-ISSN : 2746-0835 Volume 6 No 1 (2025) Justu (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri) Penerapan Metode Taguchi Dalam Optimasi Desain Mobil Mainan Penggerak Karet Untuk Desain Yang Tangguh (Robust Design) Keywords : Quality Engineering , Taguchi Method ," vol. 6, no. 1, pp. 68–76, 2025.
- [13] D. Pt and S. Permata, "Pengendalian Kualitas Pada Proses Produksi Cetak Dengan Menggunakan Metode Taguchi," vol. 3, no. 1, pp. 62–66, 2022.
- [14] P. Metode, T. Di, and P. T. Rems, "Jurnal Taguchi," pp. 52–57, 2025.
- [15] N. A. Miftah *et al.*, "Optimasi Multi-Objektif Proses Pemesinan Milling dengan Metode Taguchi Kolaborasi Grey Relational Analysis," vol. 05, no. 02, pp. 117–127, 2022.
- [16] T. A. Aziz, I. Apriliana, and S. Wulandari, "Quality Control Analysis of Flat Roof Tile Products Using the Taguchi Method Analisis Pengendalian Kualitas Produk Genteng Flat Menggunakan Metode Taguchi," *Prozima*, pp. 1–8, 2025.
- [17] F. Ariani *et al.*, "Peningkatan Kualitas Batu Bata Denga Menggunakan Metode," vol. 9, no. 1, pp. 14–19, 2021.
- [18] R. R. Prasetya and Y. C. Winursito, "Analisis Pengaruh Parameter Mesin Cnc Flame Cutting Terhadap Kualitas Pemotongan Baja SS400," vol. 12, no. 2, pp. 249–258, 2025.
- [19] R. P. Candra, M. Y. Bustomi, and A. R. Aisy, "Neutral : Journal of Engineering Analisa Parameter Proses Oven Terhadap Kualitas Cat Dengan Metode Taguchi Neutral : Journal of Engineering," vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2023.
- [20] A. Haslindah and R. Syarifuddin, "Dengan Menggunakan Metode Taguchi Studi Kasus (Pt . Sermani Steel) Makassar," vol. 02, no. 1, pp. 16–23, 2021.
- [21] M. Taguchi *et al.*, "Hasil Proses Broaching Pada Lubang Arm Rear Brake Menggunakan," vol. 02, no. 01, pp. 12–19, 2022.

