

Available online at: <http://inventory.poltekatiptdg.ac.id/>

INVENTORY

Industrial Vocational E-Journal on Agroindustry

| ISSN Online 2723-1895 |



Peningkatan Kualitas Udang Rebon Kering Multirespon Mengintegrasikan Metode Taguchi *Gray Relational Analysis* dan *Principal Component Analysis*

Nabila Rahmawati, M. Hanifuddin Hakim *, Ridho Akbar

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya, Surabaya, 60113, Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Received: August 29, 2023

Revised: November 27, 2023

Available online: December 15, 2023

KEYWORDS

Gray Relational Analysis, Multiresponse Optimization, Principal Component Analysis, Quality, Taguchi

CORRESPONDENCE

Name: M. Hanifuddin Hakim

E-mail: m.hanifuddin.hakim@um-surabaya.ac.id

A B S T R A C T

Rebon shrimp is the catch of fishermen around Sukolilo Baru area, Bulak District of Surabaya. Rebon shrimp processing is only sorted and then dried and sold to collectors. However, the drying process has no definite parameters of factors that can affect the quality of dried rebon shrimp. In overcoming this, research was conducted on improving the quality of dried rebon shrimp. The increase certainly raised several quality responses, namely the color and moisture content of rebon shrimp. The resulting multiresponse needed to be converted into a single response. To optimize multiresponse into a single response, the Taguchi method was used in combination with the Gray Relational Analysis (GRA) and Principal Component Analysis (PCA) methods. Factors and levels were the volume of rebon shrimp (A) with levels of 4 Kg, 4.5 Kg, and 5 Kg, drying time (B) with levels of 90 minutes, 120 minutes, and 150 minutes, and drying temperatures (C) with levels of 41-44°C, 45-49 °C, and 36-40 °C. The quality characteristics were nominal that was the best (if the resulting value is close to the target value, the quality is better). The result produced PCA weighting values on PC1 as evidenced by eigen>1 values. The optimal combination is the volume factor of rebon shrimp at the level of 4.5 Kg, the drying time factor of 120 minutes, and the drying temperature factor of 45 – 49 °C.

PENDAHULUAN

Kecamatan Bulak terletak di Kota Surabaya. Di daerah tersebut merupakan kawasan pesisir yang biasa disebut sebagai pantai Kenjeran dengan potensi perikanan yang baik untuk dimanfaatkan oleh penduduk sekitar. Penduduk disana sebagian besar mencari pendapatan sebagai nelayan. Penduduk memanfaatkan sumber daya dengan sebaik mungkin, adanya hasil tangkapan yang beraneka ragam. Salah satunya hasil tangkapan berupa udang rebon.

Udang rebon adalah salah satu udang yang memiliki ukuran kecil yang berada diperairan pantai yang dangkal serta memiliki sifat fotaksis positif yaitu kemampuan ketertarikan untuk mendekati sumber cahaya [1]. Pengolahan udang rebon yang ada disana yaitu dengan proses pengeringan sehingga dihasilkan produk berupa

udang rebon kering. Proses pengeringan tersebut dengan cara dijemur, sehingga memerlukan sumber cahaya matahari. Namun, pada saat musim puncak panen udang rebon setiap periodenya yaitu bulan April - Juli [2] bertepatan dengan adanya musim penghujan di pulau Jawa. Menurut BMKG (2022), menjelaskan bahwa adanya puncak musim penghujan tahun 2023 di pulau Jawa terjadi pada bulan Januari tahun 2023 - April tahun 2023[3]. Hal ini tentu menjadi pemicu adanya permasalahan yang dihadapi oleh nelayan sekitar, mulai dari terbatasnya lahan dan peralatan penjemuran serta higienitas produk udang rebon kering jadi terganggu. Kualitas udang rebon kering sangat mempengaruhi harga dan minat beli dari perusahaan. Secara definisi Kualitas adalah kesesuaian dengan persyaratan, yang sesuai dengan apa yang diisyaratkan atau distandarisasi [4]

Rancang bangun alat pengering otomatis udang rebon dirancang khusus untuk membantu aktivitas penjemuran

yang ada diwilayah tersebut yaitu sebuah alat yang dirancang untuk memperoleh penggunaan bahan bakar seminimal mungkin yang efisien [2]. Alat tersebut menggunakan pemantik otomatis yang dihubungkan ke suhu untuk mendapatkan nilai suhu ruangan pengering sekaligus kelembabannya agar lebih akurat pada pembacaan suhu serta dirancang dengan sistem otomatis dengan lubang untuk pembuangan udara dengan tujuan agar panas yang ada pada ruang pengering tetap konsisten dan terjaganya sirkulasi udara dengan baik.



Gambar 1. Alat pengering udang Rebon Otomatis
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Namun, belum adanya kepastian durasi dan suhu serta tidak ada *treatment* atau variabel lain yang dijadikan parameter dalam pengoperasian alat, sehingga mengakibatkan kesulitan bagi para nelayan. Pada penjemuran konvensional dilakukan pada suhu 30-40°C (suhu sinar matahari) dengan durasi kurang lebih selama 6 jam [5]. Hal ini sejalan dengan pemilihan beberapa faktor dan level yang digunakan pada penelitian ini yaitu volume udang rebon (level 4 Kg, 4,5 Kg, dan 5 Kg), waktu pengeringan (level 90 menit, 120 menit, dan 150 menit), serta suhu pengeringan (level 36-40°C, 41-44°C, dan 45-49°C) jika memakai alat pengering udang rebon otomatis. Tujuannya dapat menjadi rancangan eksperimen dalam menentukan kombinasi faktor dan level mana yang optimal pada kualitas produk udang rebon kering.

Penelitian ini menggunakan analisis metode desain eksperimen Taguchi untuk mengoptimalkan kualitas terhadap mutu produk dari suatu proses produksi [6]. Produksi udang rebon kering belum diketahui variabel dan level yang berpengaruh terhadap kualitas produksi udang rebon kering. Produksi yang dilakukan selama ini tanpa adanya perencanaan dan hanya berdasarkan pengalaman. Sehingga dengan adanya metode Taguchi digunakan untuk menghasilkan kombinasi yang optimal pada variabel dan level dalam peningkatan kualitas

produksi udang rebon kering. Dalam Taguchi terdapat tiga karakteristik kualitas, yaitu *Nominal is the Best*, *Larger is Better*, dan *Smaller is Better* [7]. Pada penelitian ini memilih tipe karakteristik *Nominal is the Best* yaitu nominal atau angka yang dihasilkan jika mendekati nilai tertentu maka kualitas produk yang dihasilkan semakin baik.

Variabel respon pada penelitian ini adanya kombinasi faktor dan level yaitu respon warna dan kadar air. Kedua respon tersebut disebut dengan multirespon. Umumnya metode Taguchi hanya untuk mengoptimalkan satu respon, jika untuk mengatasi studi kasus multirespon perlu adanya kombinasi dari beberapa pendekatan metode, salah satunya yaitu dengan menggunakan pendekatan metode *Grey Relational Analysis* (GRA) dan *Principal Component Analysis* (PCA) digunakan dalam optimasi untuk merubah beberapa respon menjadi respon tunggal, sehingga didapatkan rancangan percobaan agar menjadi lebih efisien dan efektif [7].

Berdasarkan uraian permasalahan diatas, maka perlu adanya tindakan lebih lanjut dalam optimisasi produksi udang rebon kering untuk meningkatkan kualitas mutu produk. Penelitian ini bertujuan meningkatkan kualitas udang rebon kering pada mesin pengering udang otomatis dengan menggunakan metode desain eksperimen Taguchi – *Grey Relational Analysis* (GRA) dan *Principal Component Analysis* (PCA). Kombinasi metode tersebut dapat memberikan respon optimal dengan adanya faktor dan level yang signifikan. Diharapkan dengan adanya kombinasi metode tersebut dapat menjadi salah satu metode yang akurat dan lebih tepat untuk mengoptimisasi produk udang rebon kering.

METODOLOGI

Untuk meningkatkan kualitas udang rebon kering pada mesin pengering udang otomatis memerlukan eksperimen yang kompleks karena memunculkan dua karakteristik kualitasnya yakni warna dan bobot. Terlebih respon warna yang harus bisa diukur secara kuantitatif. Metode desain eksperimen Taguchi, diperkenalkan oleh Genichi Taguchi pada tahun 1985, adalah salah satu pendekatan statistik yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk dalam proses produksi. Fokusnya adalah mengidentifikasi variabel dan level yang mempengaruhi sistem produksi dengan harapan mendapatkan hasil yang optimal. Dengan menerapkan metode Taguchi, perencanaan produk yang kuat (robust) menjadi krusial untuk memastikan kualitas operasional dan produktivitas yang optimal.

Dalam produksi udang rebon kering, belum ada pemahaman mengenai variabel dan level yang

memengaruhi kualitas produk. Proses produksi hanya bergantung pada pengalaman tanpa perencanaan terperinci. Oleh karena itu, metode Taguchi diterapkan untuk menemukan kombinasi variabel dan level yang optimal guna meningkatkan kualitas produksi udang rebon kering. Penentuan variabel dan level ini akan menghasilkan matriks *Orthogonal Array* (OA), yang kemudian diuji dalam eksperimen [8]. Penting untuk dicatat bahwa metode Taguchi hanya dapat mengoptimalkan satu respon tunggal. Namun, dalam rancangan eksperimen, seringkali muncul hasil multirespon dari berbagai percobaan, yang menjadi rumit dan kurang efisien dalam analisisnya [9]. Untuk menyelesaikan masalah ini, peneliti memilih pendekatan gabungan antara *Grey Relational Analysis* (GRA) dan *Principal Component Analysis* (PCA).

Pendekatan ini digunakan untuk menangani hasil multirespon dalam produksi udang rebon kering. Melalui GRA, diperoleh nilai grey relational grade (GRG) yang memungkinkan evaluasi terhadap banyak respon. Hasilnya adalah optimasi banyak respon menjadi satu nilai GRG. Sementara itu, PCA digunakan untuk menentukan bobot yang tepat, memungkinkan penjelasan yang objektif terhadap beberapa karakteristik yang relatif penting dari proses produksi [10]. Berikut adalah penentuan faktor dan levelnya dapat dilihat pada Tabel 1 serta tahapan penelitian dapat dilihat pada flowchat di Gambar 2.

Tabel 1. Variabel Faktor Penelitian

No	Faktor Kontrol	Satuan	Level		
			1	2	3
1	Volume udang rebon (A)	Kg	4	4,5	5
2	Waktu pengeringan (B)	Menit	90	120	150
3	Suhu Pengeringan (C)	°C	41–44	45–49	36–40

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Pengolahan Data

Pada penelitian ini mengatasi masalah optimasi multirespon dengan metode taguchi yang dikombinasikan dengan metode GRA dan PCA. Berikut langkah-langkah optimasi, yaitu:

1. Membuat matriks *Orthogonal Array* (OA) [11]

$$L_n(t^f) \quad (1)$$

Dimana:

f = banyaknya faktor (kolom)

l = banyaknya level

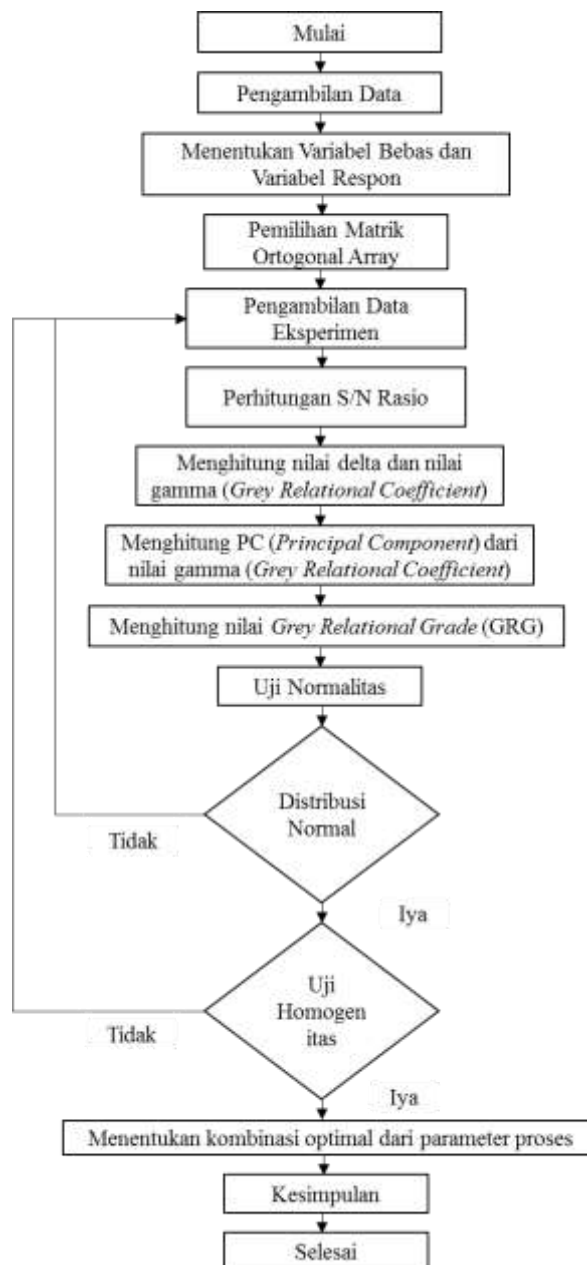
n = banyaknya percobaan (baris)

L = rancangan bujur sangkar latin

DOI : <https://doi.org/10.52759/inventory.v4i2.129>

2. Perhitungan nilai RGB dari respon warna [12]

$$Decimal = Red \times 65536 + Green \times 256 + Blue \quad (2)$$



Gambar 2. Flowchart Penelitian

3. Penentuan S/N Ratio dari Respon
Karakteristik kualitas *Nominal is the Best*:

$$T = \sum_{i=1}^n y_i, Sm = \frac{T^2}{n}$$

$$Ve = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \bar{y})^2}{n-1} = \frac{(y_1^2 + y_2^2 + \dots + y_n^2) - Sm}{n-1}$$

$$S/N \text{ Ratio} = 10 \log \left[\frac{1}{n} \cdot \frac{(Sm - Ve)}{Ve} \right] \quad (3)$$

4. Normalisasi S/N Ratio [13]

$$x_i^*(j) = \frac{(|x_i(j) - T|) - \min(|x_i(j) - T|)}{\max(|x_i(j) - T|) - \min(|x_i(j) - T|)} \quad (4)$$

Dimana:

T = nilai target

$x_i^*(j)$ = nilai normalisasi SN Ratio setiap eksperimen

$x_i(j)$ = nilai SN ratio setiap eksperimen

i = banyaknya eksperimen

j = banyaknya respon

5. Menghitung nilai delta atau jarak $\Delta_{0i}(j)$ [7]

$$\Delta_{0i}(j) = |x_0^*(j) - x_i^*(j)| \quad (5)$$

Dimana:

$x_0^*(j) = 1$ (nilai terbesar normalisasi S/N Ratio dikonversikan sebesar 1)

6. Perhitungan *Grey Relational Coefficient* (GRC) atau nilai gamma atau $\gamma_{0i}(j)$ [7]

$$\gamma_{0i}(j) = \frac{\Delta_{min} + \zeta \Delta_{max}}{\Delta_{0i}(j) + \zeta \Delta_{max}} \quad (6)$$

Dimana:

$\Delta_{0i}(j) = |x_0^*(j) - x_i^*(j)|$ yaitu nilai absolut antara nilai $x_0^*(j)$ dan $x_i^*(j)$

$x_0^*(j) = 1$ (nilai terbesar normalisasi S/N Ratio)

Δ_{min} = angka minimum dari $\Delta_{0i}(j)$

Δ_{max} = angka maksimum dari $\Delta_{0i}(j)$

ζ = koefisien pembeda (koefisien yang bernilai antara 0 hingga 1. Pada umumnya diambil nilai $\zeta = 0,5$ [7])

7. Menghitung nilai PC (*Principal Component*) dari nilai gamma (*Grey Relational Coefficient*) dengan bantuan *software* Minitab 19.

8. Menghitung *Grey Relational Grade* (GRG) [7]

$$\Gamma_{0i}(j) = \sum_{j=1}^n \beta_j \gamma_{0i}(j) \quad (7)$$

β_j = nilai bobot ke- j dari variabel respon dan nilai PC didapatkan dari nilai eigen yang dipilih yang telah dikuadratkan.

9. Uji asumsi normalitas data dengan bantuan *software* Minitab 19.

10. Uji asumsi homogenitas data dengan bantuan *software* Minitab 19.

11. Uji ANAVA dengan bantuan *software* Minitab 19

12. Menghitung persentase kontribusi dari masing – masing respon [7]

$$SS'_A = SS_A - (MS_{error} \times db_\alpha) \quad (8)$$

$$P_A = \frac{SS'_A}{SS_T} \times 100\% \quad (9)$$

Dimana:

SS'_A = jumlah kuadrat asli faktor A

SS_A = jumlah kuadrat dari faktor A

MS_{error} = jumlah rata-rata kuadrat error

db_α = derajat bebas faktor A

SS_T = jumlah kuadrat total

P = persentase kontribusi

13. Menentukan kombinasi optimal dari peramater proses dengan bantuan *software* Minitab 19.

14. Menarik kesimpulan atas hasil yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan mencakup pengumpulan data, pengolahan data, serta analisis data dari adanya hasil penelitian.

Hasil Eksperimen

Pengumpulan data didapatkan dari hasil eksperimen yang telah dilakukan oleh peneliti. Eksperimen dilakukan kurang lebih selama 1 bulan lebih 3 minggu. Sumber udang rebon yang dipakai membeli dari salah satu nelayan sekitar.

1. Persiapan alat dan bahan
2. Pelaksanaan eksperimen dengan rancangan eksperimen yang telah dibuat

Tabel 2. Rancangan Eksperimen

Eksperimen	Bobot (gr)	Waktu (menit)	Suhu (°C)
1	4000	90	41 - 44
2	4000	120	45 - 49
3	4000	150	36 - 40
4	4500	90	45 - 49
5	4500	120	36 - 40
6	4500	150	41 - 44
7	5000	90	36 - 40
8	5000	120	41 - 44
9	5000	150	45 - 49

Sumber : Hasil Penelitian (2023)

3. Penimbangan dan penataan udang rebon

Eksperimen dilakukan replikasi atau pengulangan sebanyak 2 kali. Replikasi dilakukan dengan adanya dua macam penataan yaitu penataan tebal dan penataan tipis. Penataan udang rebon diletakkan di sebagian luas jerebeng guna kering yang dihasilkan dapat merata.

4. Hasil eksperimen

Dari hasil eksperimen yang diperoleh terdapat respon warna dari nilai RGB (Red, Green, Blue). Nilai RGB tersebut didapatkan dari pendeteksian warna pada hasil dokukentasi udang rebon kering pada setiap eksperimen yang menggunakan bantuan aplikasi Color Pallette. Hasil eksperimen untuk kedua respon dapat dilihat pada Tabel 3.

Pengolahan dan Interpretasi Data

Penentuan Karakteristik Kualitas

Karakteristik kualitas yang dipilih yakni karakteristik *nominal is the best* dimana karakteristik tersebut membutuhkan nilai target sebagai nilai pembanding dengan nilai respon yang dihasilkan dari penelitian.

Berkut nilai target pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Eksperimen untuk Kedua Respon

Eksperimen	Kadar Air		Warna					
	Replikasi 1	Replikasi 2	RGB Replikasi 1			RGB Replikasi 2		
			Red	Green	Blue	Red	Green	Blue
1	39,9%	30,6%	170	140	80	194	156	79
2	41,0%	20,6%	196	176	94	212	178	89
3	47,1%	34,1%	195	181	137	177	147	73
4	38,8%	19,0%	190	164	101	218	184	82
5	49,7%	34,9%	214	189	131	175	159	98
6	39,8%	22,0%	194	169	102	211	185	76
7	48,3%	37,9%	214	202	170	196	175	117
8	40,3%	28,2%	203	176	111	219	190	112
9	30,8%	22,6%	199	169	95	212	169	62

Tabel 4. Nilai Target Kedua Respon

Respon	Nilai Target
Warna	RGB (210,186,88)
Kadar air	25%

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Penentuan nilai target dilakukan dari hasil observasi lapangan dengan nelayan sekitar Sukolilo Baru serta pembuktian penelitian mandiri yang dilakukan oleh peneliti. Penentuan karakteristik kualitas pada penelitian ini adalah *nominal is the best* yang berarti angka yang dihasilkan setelah adanya pengolahan data jika mendekati nilai tertentu maka kualitas produk yang dihasilkan akan semakin baik. Peneliti memilih karakteristik kualitas ini dengan alasan adanya beberapa faktor pendukung kualitas udang rebon kering seperti volume udang rebon, waktu pengeringan, dan suhu pengeringan. Hal tersebut tentu perlu adanya beberapa opsi pemilihan level yang dijadikan acuan dalam melakukan penelitian. Dengan adanya beberapa faktor tersebut, juga tentu beresiko jika memilih karakteristik *Smaller the better* dan *Larger the better*. Pasalnya karena kualitas udang rebon tidak bisa mengacu pada karakteristik nilai semakin kecil maka semakin baik dan nilai semakin maka besar semakin baik.

Penentuan Respon

Penentuan respon dalam penelitian ini adalah respon warna dan kadar air. Peneliti memilih kedua respon tersebut karena hasil observasi di lapangan belum adanya secara pasti parameter warna dan berkurangnya seberapa persen kadar air dari udang rebon yang sudah dikeringkan. Mereka para nelayan hanya mengacu pada kondisi fisik udang rebon, mereka beranggapan jika dirasa sudah kering berarti tandanya udang rebon tersebut sudah waktunya untuk dijual.

Mengubah Variabel Respon Warna RGB ke Bentuk Desimal

Data hasil perhitungan perubahan nilai RGB ke bentuk desimal. Berdasarkan Tabel 5 nilai respon warna yang dihasilkan yaitu melalui pendeteksian warna yang dibantu dengan aplikasi *Color Pallete* berupa RGB.

Tabel 5. Nilai RGB Respon Warna

Eksperimen	Replikasi 1	Replikasi 2
1	11177040	12753999
2	12890206	13939289
3	12825993	11637577
4	12493925	14334034
5	14073219	11509602
6	12757350	13875532
7	14076586	12889973
8	13348975	14401136
9	13085023	13936958

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Signal Noise to Ratio (S/N Ratio)

Data hasil perhitungan S/N Ratio dari kedua respon eksperimen.

Tabel 6. Nilai S/N Ratio Kedua Respon

Eksperimen	Kadar Air	Warna
1	1,451	2,059
2	0,608	2,514
3	1,279	2,325
4	0,575	2,024
5	1,203	1,693
6	0,739	2,452
7	1,530	2,411
8	1,186	2,541
9	1,311	2,701

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Normalisasi S/N Ratio

Berdasarkan Tabel 7 dapat dijelaskan bahwa dengan adanya normalisasi, data yang menghasilkan nilai >1 dapat diskalakan antara 0 dan 1. Hal ini sejalan dengan syarat yang dibutuhkan dalam perhitungan metode kombinasi GRA dan PCA [7].

Tabel 7. Nilai Normalisasi S/N Ratio Kedua Respon

Eksperimen	Kadar Air	Warna
1	0,083	0,636
2	0,965	0,186
3	0,263	0,373
4	1	0,671
5	0,343	1
6	0,829	0,247
7	0	0,288
8	0,360	0,159
9	0,229	0

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Perhitungan Nilai Delta dan Grey Relational Coefficient atau Nilai Gamma

Nilai gamma atau GRC bisa disebut sebagai langkah awal analisis dari kombinasi pendekatan metode GRA dan PCA. Untuk menentukan nilai gamma (*Grey Relational Coefficient*), menghitung nilai delta terlebih dahulu dari tiap respon [7]. Nilai Delta Kedua Respon dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Delta Kedua Respon

Eksperimen	Kadar Air	Warna
1	0,917	0,364
2	0,035	0,814
3	0,737	0,627
4	0	0,329
5	0,657	0
6	0,171	0,753
7	1	0,712
8	0,640	0,841
9	0,771	1

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Berdasarkan Tabel 8 dapat ditunjukkan hasil dari selisih antara angka maksimum hasil normalisasi dengan data yang sudah dinormalisasi. Selanjutnya, menghitung nilai gamma. Berdasarkan Tabel 9 ditunjukkan nilai gamma yang dimana terdapat hubungan antara keadaan terbaik dengan kondisi aktual dari respon yang telah dinormalisasi [7].

Tabel 9. Nilai Gamma Kedua Respon

Eksperimen	Kadar Air	Warna
1	0,353	0,579
2	0,935	0,380
3	0,404	0,444
4	1	0,603
5	0,432	1
6	0,745	0,399
7	0,333	0,412
8	0,439	0,373
9	0,393	0,333

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

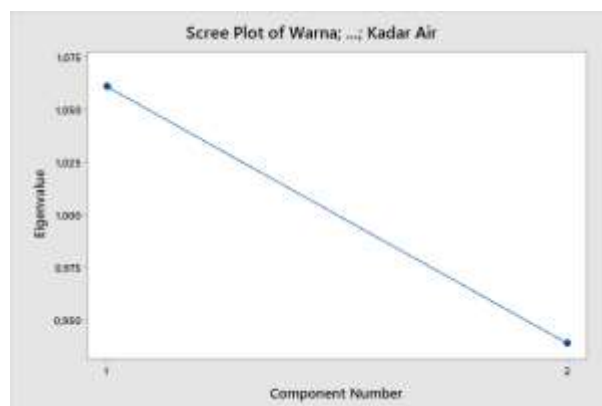
Perhitungan Nilai Principal Component Analysis

Perhitungan *Principal Component Analysis* dilakukan melalui *software* Minitab 19 sehingga didapatkan nilai PC1 yang dimana telah memenuhi syarat pemilihan komponen utama nilai eigen sebesar $= 1,0612 > 1$.

Tabel 10. Nilai *Principal Component Analysis*

Variabel Respon	PC1	Kuadrat PC1
Warna	- 0,707	0,499849
Kadar Air	0,707	0,499849

Sumber: Hasil Penelitian (2023)



Gambar 3. Hasil *Principal Component* pada Output Minitab 19

Berdasarkan Tabel 10 nilai hasil PC1 menunjukkan nilai negatif yang dimana nilai tersebut harus dikuadratkan guna untuk menghilangkan nilai negatif dari respon sehingga dapat dilakukan pengolahan data selanjutnya [13]. Berikut hasil grafik untuk PC1 pada Output Minitab 19. Pada Gambar 3 dapat ditunjukkan bahwa PC1 menunjukkan nilai eigen yang terbesar pada *scree plot*.

Nilai Grey Relational Grade (GRG)

Selanjutnya menghitung nilai *Grey Relational Grade* (GRG) dari nilai gamma dan nilai pembobot PCA untuk setiap percobaan. Pada tahap ini, awal dari perubahan multirespon menjadi respon tunggal yang dapat

menentukan kondisi optimal dari kualitas udang rebon kering [7].

Tabel 11. Nilai *Grey Relational Grade* (GRG)

Eksperimen	Γ
1	0,466
2	0,658
3	0,424
4	0,801
5	0,716
6	0,572
7	0,373
8	0,406
9	0,363

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

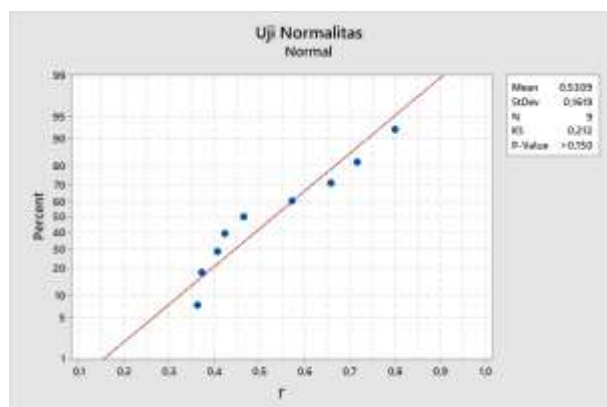
Berdasarkan Tabel 11 dapat disajikan bahwa nilai GRC menghasilkan nilai tunggal dari adanya gabungan perhitungan nilai gamma dan nilai PCA dari kedua respon yang dihasilkan. Nilai GRC tidak menunjukkan nilai >1 .

Uji Asumsi Residual

Terdapat prasyarat mendasar yang perlu dipenuhi oleh data saat menjalankan uji analisis variansi (Anava). Jika persyaratan ini tidak tercukupi, maka hasil kesimpulan dari ANAVA tidak dapat diandalkan [14].

Uji Normalitas Data

Uji normalitas dilakukan guna mengidentifikasi apakah hubungan telah memenuhi asumsi berdistribusi normal atau tidak. Dalam evaluasi normalitas residual, kita bisa menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov [15]. Berdasarkan output Minitab 19 yang ditunjukkan pada Gambar 4 didapatkan nilai $D = 0,212$ serta nilai $p\text{-value} > 0,150$. H_0 diterima karena $D = 0,212 < D_{(9,0,95)} = 0,430$ atau $p\text{-value} = (>0,150) > \alpha = 0,05$. Kesimpulan: bahwa data residual berdistribusi normal.

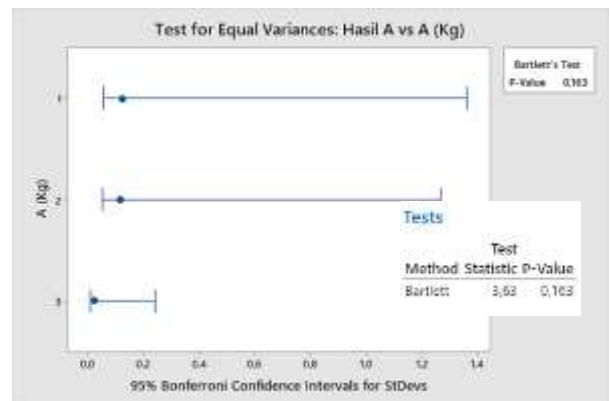


Gambar 4. Hasil Uji Normalitas

Uji Asumsi Homogenitas Data

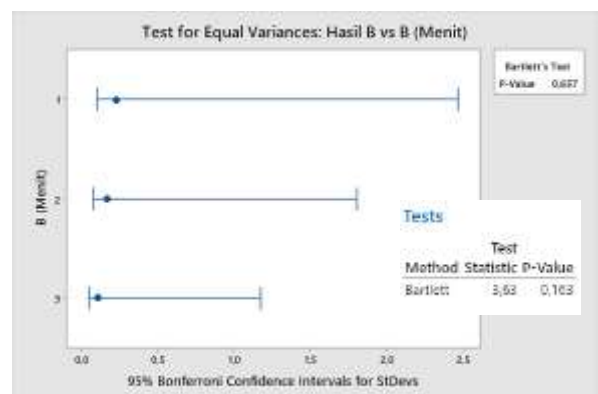
Jika data yang dihasilkan telah berdistribusi normal maka dapat dilakukan uji selanjutnya dengan uji homogenitas. Bila terdapat indikasi yang meyakinkan akan kesesuaian distribusi data dengan distribusi normal atau hampiran normal, disarankan secara lebih cenderung untuk menggunakan pendekatan uji Bartlett [16].

1. Faktor A, uji Bartlett = 3,63 dan $p\text{-value} = 0,163$
Berdasarkan Gambar 5 dapat ditarik kesimpulan bahwa faktor A, beresidual homogen karena uji Bartlett = 3,63 $< X^2_{0,05;(2)} = 5,99$ atau $p\text{-value} = 0,163 > \alpha = 0,05$.



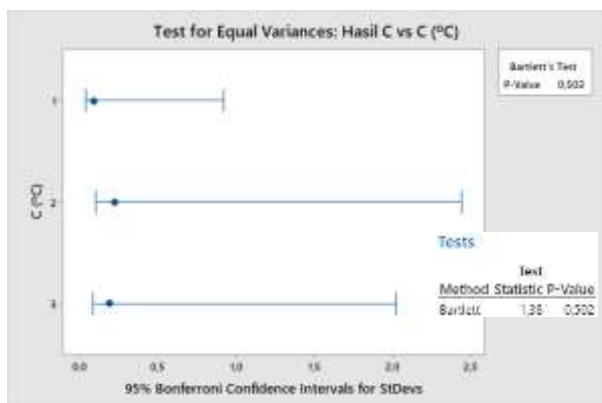
Gambar 5. Hasil Uji Homogenitas Faktor A

2. Faktor B, uji Bartlett = 0,84 serta $p\text{-value} = 0,657$
Berdasarkan Gambar 6 dapat ditarik kesimpulan bahwa faktor B, beresidual homogen dengan uji Bartlett = 0,84 $< X^2_{0,05;(2)} = 5,99$ atau $p\text{-value} = 0,657 > \alpha = 0,05$.



Gambar 6. Hasil Uji Homogenitas Faktor B

3. Faktor C, uji Bartlett = 1,38 dengan $p\text{-value} = 0,502$
Berdasarkan Gambar 7 dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk faktor C, beresidual homogen dengan uji Bartlett = 1,38 $< X^2_{0,05;(2)} = 5,99$ atau $p\text{-value} = 0,502 > \alpha = 0,05$. Dapat disimpulkan, pada taraf signifikansi 5% didapatkan hasil semua faktor memiliki variansi data residual homogen.



Gambar 7. Hasil Uji Homogenitas Faktor C

Analysis of Variances

Berdasarkan Tabel 12 dapat ditarik kesimpulan bahwa semua faktor dinyatakan signifikan dan mempengaruhi respon kualitas udang rebon, dengan:

1. Faktor A signifikan, $F_{hitung} = 118,21 > F_{tabel} = 19,00$, dan $p\text{-value} = 0,008 < \alpha = 0,05$.
2. Faktor B signifikan, $F_{hitung} = 23,95 > F_{tabel} = 19,00$, dan $p\text{-value} = 0,040 < \alpha = 0,05$.
3. Faktor C signifikan, $F_{hitung} = 21,31 > F_{tabel} = 19,00$, dan $p\text{-value} = 0,045 < \alpha = 0,05$.

Tabel 12. Hasil Uji ANAVA

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
A (Kg)	2	0,150645	0,075323	118,21	0,008
G (Menit)	2	0,030523	0,015261	23,95	0,040
C (C°)	2	0,027154	0,013577	21,31	0,045
Error	2	0,001274	0,000637		
Total	8	0,209597			

Perhitungan Nilai Persentase Kontribusi pada Setiap Respon

Sebelum menghitung persentase kontribusi, terlebih dahulu menghitung jumlah kuadrat asli tiap faktor (perkalian rata-rata kuadrat error dikali derajat bebas faktor) yang terdapat pada Tabel 12. Berikut perhitungan jumlah kuadrat asli tiap faktor menggunakan persamaan (8).

Jumlah kuadrat asli A =

$$SS'_A = SS'_A - (MS_{error} \times db_A)$$

$$SS'_A = 0,150645 - (0,000637 \times 2) = 0,149371$$

Jumlah kuadrat asli B =

$$SS'_B = SS'_B - (MS_{error} \times db_B)$$

$$SS'_B = 0,030523 - (0,000637 \times 2) = 0,029249$$

Jumlah kudarat asli C =

$$SS'_C = SS'_C - (MS_{error} \times db_C)$$

$$SS'_C = 0,027154 - (0,000637 \times 2) = 0,02588$$

Dari hasil perhitungan tersebut digunakan untuk perhitungan persentase kontribusi. Persentase kontribusi pada sebuah faktir menunjukkan kekuatan relatif terhadap respon. Persentase kontribusi digunakan untuk pembuktian dari hasil perhitungan level dan faktor dari analisis ANAVA serta dapat menunjukkan urutan faktor yang paling berpengaruh dari adanya percobaan [7]. Berikut perhitungan persentase kontribusi menggunakan persamaan (9).

$$P_A = \frac{SS'_A}{SS_T} \times 100\% = \frac{0,149371}{0,209597} = 0,71266 \times 100\% = 71,266\%$$

$$P_B = \frac{SS'_B}{SS_T} \times 100\% = \frac{0,029249}{0,209597} = 0,13955 \times 100\% = 13,955\%$$

$$P_C = \frac{SS'_C}{SS_T} \times 100\% = \frac{0,02588}{0,209597} = 0,12348 \times 100\% = 12,348\%$$

$$P_{error} = 100 - P_A - P_B - P_C$$

$$P_{error} = 100 - P_A - P_B - P_C = 71,266 - 13,955 - 12,348$$

$$P_{error} = 2,431\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa persentase yang memiliki tingkat kontribusi paling tinggi yaitu faktor A dengan nilai 71,266% .

Penentuan Kondisi Optimal

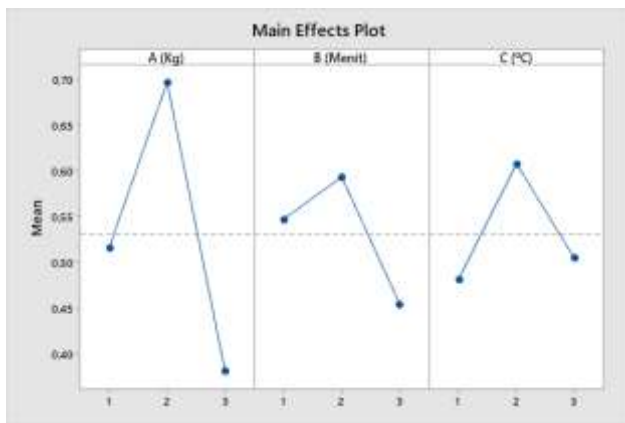
Penentuan kondisi optiman dibutuhkan perlakuan dari setiap faktor dan nilai GRG. Dalam mendapatkan kondisi optimal dapat ditentukan pada output Minitab 19 dengan penginputan data pada Tabel 13.

Tabel 13. Perlakuan setiap Faktor dan Nilai GRG

Eksperimen	A (Kg)	B (Menit)	C (C°)	Γ
1	1	1	1	0,466
2	1	2	2	0,658
3	1	3	3	0,424
4	2	1	2	0,801
5	2	2	3	0,716
6	2	3	1	0,572
7	3	1	3	0,373
8	3	2	1	0,406
9	3	3	2	0,363

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Berdasarkan Gambar 8 dapat disajikan bahwa faktor A, B dan C pada level 2 memiliki posisi paling tinggi dibandingkan level 1 dan 3. Sehingga kombinasi level A₂B₂C₂ merupakan kondisi optimal untuk kualitas udang rebon kering.



Gambar 8. Plot Efek setiap Faktor

Tabel 14. Hasil Optimal Setiap Faktor

Level	A	B	C
1	0,5160	0,5466	0,4813
2	0,6963	0,5933	0,6073
3	0,3806	0,4530	0,5043
Delta	0,3157	0,1403	0,1260
Rank	1	2	3

Sumber: Hasil Penelitian 2023

Pada Tabel 14 memaparkan hasil dimana faktor A level 2, faktor B level 2, dan faktor C level 2 menduduki posisi nilai tertinggi dibandingkan dengan level 1 dan 3. Maka, dapat ditarik kesimpulan bahwa semua faktor berpengaruh terhadap respon. Kombinasi optimal pada level yang diperoleh adalah $A_2B_2C_2$. Berikut keadaan optimal pada setiap faktor:

1. Volume udang rebon (A) : 4,5 Kg
2. Waktu pengeringan (B) : 120 menit
3. Suhu pengeringan (C) : 45 – 49°C

Nelayan dapat mengacu ketiga faktor dan level tersebut agar mendapatkan hasil udang rebon kering yang optimum.

KESIMPULAN

Dari adanya pemaparan diatas, maka kesimpulan yang dapat ditarik, adalah:

1. Melalui kombinasi metode Taguchi dengan metode *Grey Relational Analysis* dan *Principal Component Analysis* dapat diterapkan untuk mengoptimalkan kasus multirespon dari proses pengeringan udang rebon kering.
2. Hasil penelitian mendapatkan kombinasi optimal yaitu volume udang rebon di level 4,5 Kg, waktu pengeringan level 120 menit, dan suhu pengeringan level 45 – 49 °C.
3. Nelayan dapat mengacu ketiga faktor dan level tersebut agar mendapatkan hasil udang rebon kering yang optimum. Nelayan sudah tidak perlu trial error untuk menentukan setting pada alat pengering udang

rebon otomatis. Sehingga harapannya nelayan bisa menjual rebon kering dengan harga yang tertinggi tanpa takut perubahan cuaca.

ACKNOWLEDGEMENT

Penelitian ini berdasar surat kontrak hibah nomor 028/SP/II.3.AU/LPPM/A/2023, didanai penuh oleh LPPM Universitas Muhammadiyah Surabaya. Peneliti berterimakasih kepada LPPM Universitas Muhammadiyah Surabaya karena memberikan dukungan penuh baik sarana dan dana sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. P. Akbar, A. Solichin, and S. W. Saputra, "Analisis Panjang-Berat dan Faktor Kondisi pada Udang Rebon (*Acetes japonicus*) di Perairan Cilacap, Jawa Tengah," *Manag. Aquat. Resour. J.*, vol. 2, no. 3, pp. 161–169, 2013, doi: 10.14710/marj.v2i3.4211.
- [2] J. Aghnia, A. Try, M. H. Hakim, and R. Irmawanto, "Rancang Bangun Mesin Pengering Udang Rebon dengan Sistem Kontrol Otomatis Guna Meningkatkan Produktivitas Nelayan," vol. 5, no. 01, 2022.
- [3] BMKG, "Prakiraan Musim Hujan 2022/2023 Di Indonesia," pp. 1–69, 2022.
- [4] M. H. Hakim and M. L. Singgih, "Reduction defect in sewing work stations by integrating OTSM-TRIZ and FMEA," *IPTEK J. Proc. Ser.*, no. 5, pp. 495–501, 2019.
- [5] M. Firdaus, C. A. Intyas, and Y. Yahya, "Peningkatan Kapasitas Produksi Terasi Rebon di Desa Ketapang, Kotamadya Probolinggo," *PengabdianMu J. Ilm. Pengabdi. Kpd. Masy.*, vol. 6, no. 3, pp. 285–290, 2021, doi: 10.33084/pengabdianmu.v6i3.1832.
- [6] N. Fitria, "Analisis Metode Desain Eksperimen Taguchi dalam Optimasi Karakteristik Mutu," *Cent. Libr. Maulana Malik Ibrahim Malang*, vol. 19, no. 1, pp. 1–111, 2019.
- [7] A. Wulandari, T. Wuryandari, and D. Ispriyanti, "Penerapan Metode Taguchi Untuk Kasus Multirespon Menggunakan Pendekatan Grey Relational Analysis Dan Principal Component Analysis (Studi Kasus Proses Freis Komposit Gfrp)," *None*, vol. 5, no. 4, pp. 791–800, 2016.
- [8] S. B. Sutono, "Grey-based Taguchi Method to Optimize the Multi-response Design of Product Form Design," *J. Optimasi Sist. Ind.*, vol. 20, no. 2, pp. 136–146, 2021.
- [9] N. Jain and R. Kumar, "Multi-response optimization of process parameters in friction stir welded aluminum 6061-T6 alloy using Taguchi grey relational analysis," *World J. Eng.*, vol. 19, no.

5, pp. 707–716, 2022.

- [10] F. Arifin, A. Zamheri, Y. D. Herlambang, A. P. Syahputra, I. Apriansyah, and F. Franando, “Optimization of Process Parameters in 3D Printing FDM by Using The Taguchi and Grey Relational Analysis Methods,” *SINTEK J. J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 15, no. 1, pp. 1–10, 2021.
- [11] A. Syukron and M. Kholil, *Six Sigma Join.Pdf*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013.
- [12] S. Sembiring, “Menyisipkan Pesan Teks Pada Gambar Dengan Metode End of File,” *Pelita Inform. Budi Darma*, vol. IV, pp. 45–51, 2013.
- [13] S. Yuliana, “Analisis Daya Tekan dan Daya Serap Pada Batako Menggunakan Pendekatan Grey Relational Analysis dan Principal Component Analysis,” *J. Elektro dan Mesin Terap.*, vol. 8, no. Vol. 8 No. 2 (2022), pp. 81–90, 2022, doi: 10.35143/elementer.v8i2.5740.
- [14] R. Devita, S. Si, and M. Si, “Analisis Variansi Galat Mutlak Data Hasil Pengukuran Arus untuk Beberapa Besaran Tegangan pada Suatu Resistansi,” vol. 1, no. November, pp. 43–52, 2021.
- [15] Nuryadi, T. D. Astuti, E. S. Utami, and M. Budiantara, *Buku Ajar Dasar-dasar Statistik Penelitian*. 2017.
- [16] U. Usmadi, “Pengujian Persyaratan Analisis (Uji Homogenitas Dan Uji Normalitas),” *Inov. Pendidik.*, vol. 7, no. 1, pp. 50–62, 2020, doi: 10.31869/ip.v7i1.2281.