



Tersedia secara online di <http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jatiunik/index>

JATI UNIK

Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri



Desain Eksperimen TUF Dalam Peningkatan Kualitas Garam Olahan Limbah Produksi Es dengan Metode Taguchi di PT. Putra Maesa Persada

Susanti Dhini Anggraini^{1*}, Abdul wahid Nuruddin², Krishna Tri Sanjaya³, Anggia Kalista⁴,
Moh Muhyidin Agus Wibowo⁵, Dani Hardian Kusuma⁶

^{1,2,3,4,5,6} susantidhini@gmail.com¹, nuruddinabdulwahid@gmail.com², krishnatrisanjaya80@gmail.com³,
anggiakalista@gmail.com⁴, agus.industri@unirow.ac.id⁵, daniixg07@gmail.com⁶
^{1,2,3,4,5,6} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Ronggolawe

Informasi Artikel

Riwayat Artikel :

Received : 20 – Desember – 2022

Revised : 17 – Februari – 2023

Accepted : 18 – Oktober – 2023

Kata kunci:

Charcoal, Crushed coral,
Palm fibers, Salt, Taguchi,
TUF filters

Untuk melakukan sitasi pada penelitian ini dengan format:

Anggraini SD, Nuruddin A wahid, Trisanjaya K, Kalista A, Wibowo MMA, Kusuma DH. Desain Eksperimen TUF Dalam Peningkatan Kualitas Garam Olahan Limbah Produksi Es dengan Metode Taguchi di PT. Putra Maesa Persada. JATI UNIK

Abstract

Indonesia has salt resources in seawater along the Java Sea coast. However, the high salt content in seawater causes difficulties for various industries that use seawater as their raw material. A Taguchi experimental design using TUF filters was carried out to determine the best TUF filter composition in producing high-quality salt. The factors considered were the compositions of three materials, namely crushed coral, charcoal, and palm fibers. The results obtained for the sample filters were analyzed using one-way ANOVA, Minitab, and the Signal-to-Noise Ratio (SNR) method. The optimal TUF filter composition was found to be 450g finely crushed coral, 350g finely crushed charcoal, and 30g palm fibers. The study results revealed that the best factor for improving salt quality was crushed coral, with a contribution of 65.63842% and an F-value of 109.3333. Charcoal also provided a significant contribution of 24.40453% with an F-value of 40.65041. However, palm fibers did not contribute significantly to improving salt quality. The optimal TUF filter composition can help improve salt quality and increase productivity while reducing costs for various industries such as food production and preservation. The optimal composition of 450g of crushed coral, 350g of charcoal, and 30g of palm fibers can significantly improve the quality of salt production. In conclusion, the use of TUF filters with the optimal composition of 450g crushed coral, 350g charcoal, and 30g palm fibers can significantly improve salt quality. This study provides insight into the potential applications of TUF filters and should encourage further exploration of the technology's potential in various industries.

Abstrak

Indonesia mempunyai sumber daya garam di air laut sepanjang pesisir laut Jawa. Namun kandungan garam pada air laut yang terlalu tinggi menyebabkan kesulitan pada berbagai industri yang menggunakan air laut sebagai bahan bakunya. Rancangan percobaan Taguchi menggunakan filter TUF dilakukan untuk mengetahui komposisi filter TUF terbaik dalam menghasilkan garam berkualitas tinggi. Faktor yang dipertimbangkan adalah komposisi tiga bahan yaitu karang hancur, arang, dan ijuk. Hasil yang diperoleh untuk filter sampel dianalisis menggunakan metode ANOVA satu arah, Minitab, dan rasio sinyal terhadap kebisingan (SNR). Komposisi optimal untuk filter TUF adalah

J Ilm Tek dan Manaj Ind.
2023;7(1):69-83.

450g karang yang ditumbuk halus, 350g arang yang ditumbuk halus, dan 30g ijuk. Komposisi filter TUF dalam meningkatkan kualitas garam adalah karang hancur dengan kontribusi sebesar 65,63842% dan nilai F sebesar 109,3333. Arang juga memberikan kontribusi yang signifikan sebesar 24,40453% dengan nilai F sebesar 40,65041. Namun ijuk tidak memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas garam. Komposisi filter TUF yang optimal dapat membantu meningkatkan kualitas produksi garam dan meningkatkan produktivitas. Selain itu, teknologi ini juga dapat menekan biaya pembelian garam untuk berbagai industri, seperti produksi dan pengawetan pangan. Komposisi optimal 450g karang tumbuk, 350g arang, dan 30g ijuk, mampu meningkatkan kualitas produksi garam secara signifikan.

1. Pendahuluan

Kabupaten Tuban, Jawa Timur khususnya yang berdomisili di sepanjang pesisir pantai pulau Jawa, memiliki sumber mata air dengan kadar garam yang tinggi. Hasil penelitian tentang kualitas kadar garam di wilayah Pantura Jawa Timur (Tuban, Lamongan, Gresik, Porong, Sidoarjo) berkisar $85,19\% \leq \text{NaCl} \leq 86,76\%$ [1]. Di Kabupaten Tuban ada perusahaan produksi es balok yang bahan dasar pembuatan es balok menggunakan air laut yaitu PT. Putra Maesa Persada. Proses pembuatan es balok memerlukan bahan tambahan berupa garam yang berfungsi pada proses pendinginan (sebagai mediator) [2][3]. Air garam dengan kadar kurang baik, 19% terlarut paling sempurna dan tidak terjadi endapan pada bak pendingin yang memiliki titik beku lebih rendah dibanding dengan air murni yang ada di dalam *ice can* [4]. Oleh karena itu untuk menghemat biaya pencucian produksi, perusahaan membuat alternatif produksi garam dengan pemanfaatan limbah air bekas es balok dengan proses pemurnian menggunakan Teknologi Ulir Filter (TUF) [5][6].

Teknologi pembuatan garam berkembang dengan penemuan teknologi baru yaitu TUF[7]. Prinsip utama dalam pembuatan garam dengan TUF adalah evaporasi air laut dengan bantuan sinar matahari melalui pengaliran air pada petakan-petakan berseri dalam proses penuaannya dan penambahan material alam yang berperan sebagai filter[8]. Penggunaan filter TUF bertujuan menyaring pengotor yang terlarut dalam air dan mempercepat proses penuaan air [9]. Teknologi Ulir Filter dan Geoisolator pada Produksi Garam Rakyat di Kabupaten Indramayu menghasilkan produktivitas ± 140 ton/ha sedangkan teknologi tradisional menghasilkan $\pm 92,23$ ton/ha, atau terjadi peningkatan sebesar 151,8% [10][11]. Produksi garam air laut dialirkan ke petak dengan kolam peminihan melalui filter yang terdiri dari pasir silika, batu kerikil, arang aktif dan *zeolite* dapat meningkatkan kualitas garam [12]. Penelitian ini dibuat desain eksperimen dengan variasi komposisi filter yaitu arang, ijuk, dan batu karang [13]. Produksi garam dengan

menggunakan TUF dapat meningkatkan kualitas garam dari 90% naik menjadi 98,4% [10][14].

Metode taguchi digunakan dalam penelitian ini karena telah terbukti efektif dalam mengoptimalkan proses produksi dan meningkatkan kualitas produk[15][16][17]. Dalam konteks ini, metode taguchi untuk merancang eksperimen yang sistematis dengan variasi faktor-faktor yang relevan, seperti suhu, waktu, dan parameter-proses terkait, sehingga dapat mengidentifikasi pengaruh signifikan terhadap kualitas garam olahan. Selain itu, metode taguchi juga digunakan sebagai optimasi parameter dengan menggunakan desain eksperimen yang efisien dalam mengurangi limbah produksi es. Kurangnya penelitian yang secara khusus menggali implementasi metode taguchi dalam industri pengolahan garam yang terkait dengan limbah produksi es dapat menjadikan penelitian ini sebagai salah satu keterbaruan ilmiah.

Penelitian ini bertujuan membuat desain eksperimen filter TUF dengan metode taguchi pada proses pembuatan garam dan hasil produksi garam serta perhitungan massanya. Selain itu dapat diketahui pengaruh dan komposisi terbaik bahan filter TUF untuk produksi garam. Komposisi filter terbaik akan memberikan hasil produksi garam yang lebih banyak dan lebih murni, karena pengotor pada air laut telah tersaring oleh filter, serta filter ini dapat mempercepat penuaan garam sehingga produksi garam dapat lebih cepat dan melimpah.

2. Metode Penelitian

2.1 Desain penelitian

Pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan penelitian eksperimental dengan metode rancangan desain eksperimen taguchi[18][19]. Dalam penentuan level faktor berdasarkan pada faktor yang berpengaruh pada pemurnian air dan penuaan air laut sebagai bahan pembuatan garam laut [20]. Penelitian ini menggunakan eksperimen model tetap dimana faktor dan level ditentukan sebelum penelitian. Langkah-langkah sebagai berikut; Penentuan level dan faktor pada Tabel 1, Pemilihan Matriks *Orthogonal Array* (OA) pada Tabel 2, dan Analisa variasi satu arah dan nilai *signal to noise ratio* (SNR).

Tabel 1. Level Faktor Eksperimen Filter TUF

Kode	Faktor	Level 1	Level 2
A	Batu Karang	450g dihaluskan	450g tidak dihaluskan
B	Arang	350g dihaluskan	350g tidak dihaluskan
C	Ijuk	30g	15g

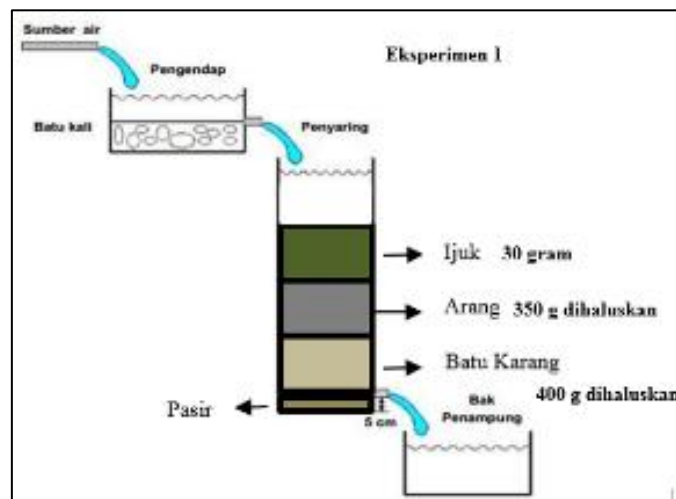
(Sumber : Olah data, 2022)

Tabel 2. Pemilihan Matriks Orthogonal Array (OA)

Eksperimen	Faktor		
	A	B	C
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	1	2
4	2	2	1

(Sumber : Uji Laboratorium, 2022)

Dalam pembuatan filter TUF dengan eksperimen taguchi ada factor-faktor yang terkendali dimana faktor tersebut digunakan untuk penugasan pada table *orthogonal array*. Berikut adalah langkah-langkah eksperimen pembuatan sampel filter TUF dimulai dari persiapan bahan, rakit komponen filter, proses *filtering* air garam, proses penjemuran air garam sampai terbentuk garam, dan pengujian massa garam. Gambar 1 adalah contoh desain eksperimen percobaan 1.



Gambar 1. Desain eksperimen percobaan 1

2.2 Populasi dan Sampel

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium manufaktur teknik industri. Pada penelitian ini ada 20 sampel yang 4 variasi percobaan dengan 3 faktor dan 2 level sesuai *Orthogonal Array* dengan jumlah 5 replika pada masing-masing percobaan pada level batu karang, arang dan ijuk[21][22].

2.3 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini dengan menghitung massa garam dengan timbangan ohaus digital. Kemudian menggunakan studi observasi untuk mendapatkan komposisi batu karang, arang dan ijuk.

2.4 Prosedur Penelitian

Tahap analisa data yaitu massa garam dari proses pemurnian air laut dengan variasi filter. Analisa data menggunakan analisa statistik *one a way anova* dengan menggunakan aplikasi minitab. Berikut tahap analisa data pada penelitian ini dengan menentukan :

2.4.1 Nilai dari perhitungan rata-rata dan SNR dalam uji massa garam filter TUF.

- a. Contoh perhitungan nilai rata untuk eksperimen 1 pada Tabel 4, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{MSD} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \\ &= \frac{1}{5} \left(\frac{1}{64^2} + \frac{1}{62^2} + \frac{1}{60^2} + \frac{1}{58^2} + \frac{1}{64^2} \right) \\ &= 0,000265 \end{aligned}$$

- b. Contoh perhitungan nilai SNR untuk hasil eksperimen ke 1 pada Tabel 5 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \eta &= -10 \log_{10}(0,000265) \\ &= 35.7726 \text{ dB} \end{aligned}$$

2.4.2 Berikut ini langkah-langkah perhitungan nilai rata-rata:

Menghitung nilai level faktor

$$\begin{aligned} A1 &= \frac{\sum y_{jk}}{n_{jk}} \\ &= \frac{64+62+60+58+64+55+56+58+55+56}{10} \\ &= \frac{588}{10} \\ &= 58,8 \text{ gram} \end{aligned}$$

2.4.3 Perhitungan ANOVA nilai rata-rata

1. Menghitung nilai rata-rata semua Eksperimen:

$$\begin{aligned} \bar{y} &= \sum y/n \\ &= (64 + 62 + \dots + 48)/20 \\ &= 54,7 \text{ gram} \end{aligned}$$

2. $SS_{\text{total}} = \sum y^2$

$$\begin{aligned} &= 64^2 + 62^2 + \dots + 48^2 \\ &= 60354 \text{ gram} \end{aligned}$$

3. Besarnya nilai variansi karena rata-rata.

$$SS_m = m \cdot \bar{Y}^2$$

$$= 20(54,7^2)$$
$$= 59841,8 \text{ gram}$$

4. *Sum Square*

$$SS A = \frac{(Total A1)^2}{m1} + \frac{(Total A2)^2}{m2} - \frac{(Total A)^2}{m}$$
$$= \frac{(58,8)^2}{10} + \frac{(50,6)^2}{10} - \frac{(109,4)^2}{20}$$
$$= 336,2 \text{ gram}$$

5. Jumlah Faktor

$$SSfaktor = SSA + SSB + SSC$$
$$= 336,2 + 125 + 1,8$$
$$= 463 \text{ gram}$$

6. Jumlah Kuadrat Kesalahan

$$SSe = SST - SSm - SSfaktor$$
$$= 60354 - 59841,8 - 463$$
$$= 49,2 \text{ gram}$$

7. Menghitung nilai derajat bebas pada Tabel 7

a. Menentukan Derajat Kebasaan

$$Dfa = (\text{number of levels} - 1)$$
$$= (2 - 1) = 1$$

b. Menghitung nilai *Mean Sum of Square*

$$MSa = \frac{SSa}{DFa}$$
$$= \frac{336,2}{1}$$
$$= 336,2 \text{ gram}$$

c. Menghitung Nilai Rasio (F-Ratio)

$$FA = \frac{MSA}{MSE}$$
$$= \frac{336,2}{3,075}$$
$$= 109,3333 \text{ gram}$$

d. Menghitung *perscent contribution*

$$\rho A = \frac{SSA}{Sst} \times 100\%$$
$$= \frac{336,2}{512,2} \times 100\%$$

$$= 65,63842$$

e. F tabel

$$F \text{ tabel} = \text{DoF A} : \text{DoF Error}$$

$$= F_{(1 : 16)}$$

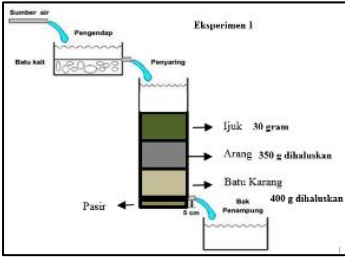
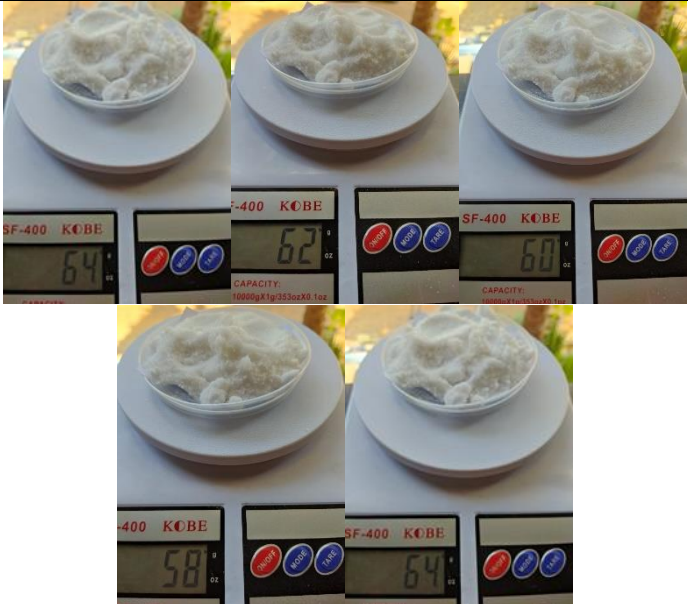
$$= 4,49$$

3. Hasil Dan Pembahasan

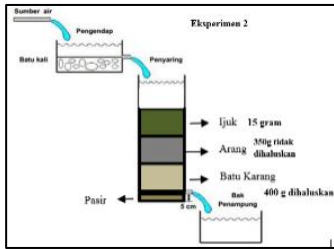
3.1 Pengujian Massa Garam Filter TUF

Pengujian sebanyak 20 filter uji dari 4 percobaan berdasarkan tabel 1 nilai matrik *orthogonal array* $L_4(2)^3$. Setiap faktor pada nomor eksperimen diindikasikan dengan faktor A, B, dan C dengan level 1 dan level 2. Karakteristik dalam penelitian ini adalah *larger the better* karena tujuan dari pengujian ini adalah menentukan kombinasi faktor yang dapat menyebabkan massa produksi garam tertinggi. Sampel yang di gunakan berjumlah 1500 ml air laut bekas cucian es balok dengan 20 buah replika. Peneliti membuat 1 replika tanpa proses filter TUF yang menghasilkan 36 gram garam. Tabel 3 adalah Gambar Massa Garam per Replika dan Tabel 4. menunjukkan hasil pengujian massa garam.

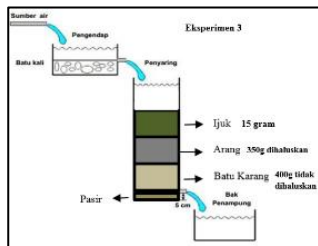
Tabel 3. Gambar Massa Garam per Replika

No	Desain Eksperimen	Gambar Massa Garam per Replika
1		

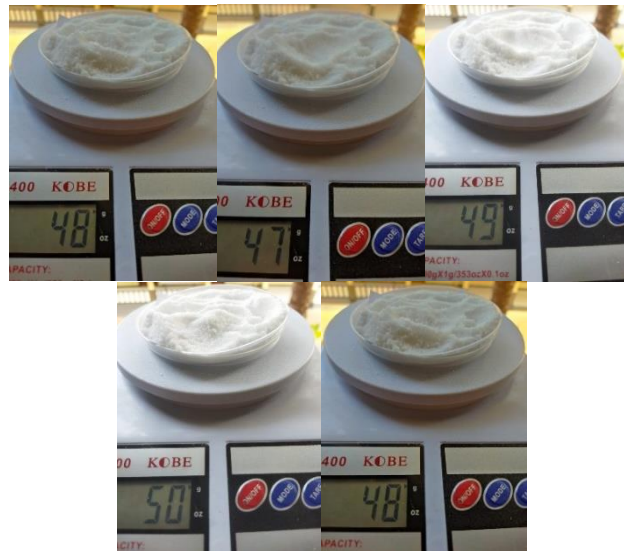
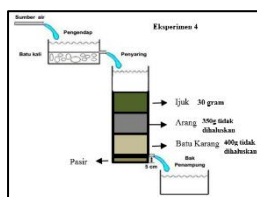
2



3



4



(Sumber : Olah data, 2022)

Tabel 4. Hasil uji massa garam

Eksp	Faktor			Jumlah Massa Garam per Replika (g)					
	Batu Karang	Arang	Ijuk	A	B	C	D	E	Mean
				1	1	1	64	62	
2	1	2	2	55	56	58	55	56	56
3	2	1	2	52	52	54	55	51	52.8
4	2	2	1	48	47	49	50	48	48.4

(Sumber : Olah data, 2022)

Pada Tabel 3, menunjukkan pada eksperimen 1,2,3 dan 4 memiliki hasil massa garam yang berbeda, hal ini dikarenakan level dari masing-masing faktor berbeda pada tahap *filtering* sehingga menghasilkan massa yang berbeda. Rata-rata massa tertinggi pada percobaan 1.

3.2 Perhitungan nilai rata-rata dan SNR

Tabel 5. Tabel Nilai Mean Dan SNR Uji Massa Garam Filter TUF

Eksp	Faktor			Mean	MSD	SNR
	Batu Karang	Arang	Ijuk			
1	1	1	1	61.6	0,000265	35.7726
2	1	2	2	56	0,000319	34.9589
3	2	1	2	52.8	0,00036	34.4427
4	2	2	1	48.4	0,000427	33.6912

(Sumber : Olah data, 2022)

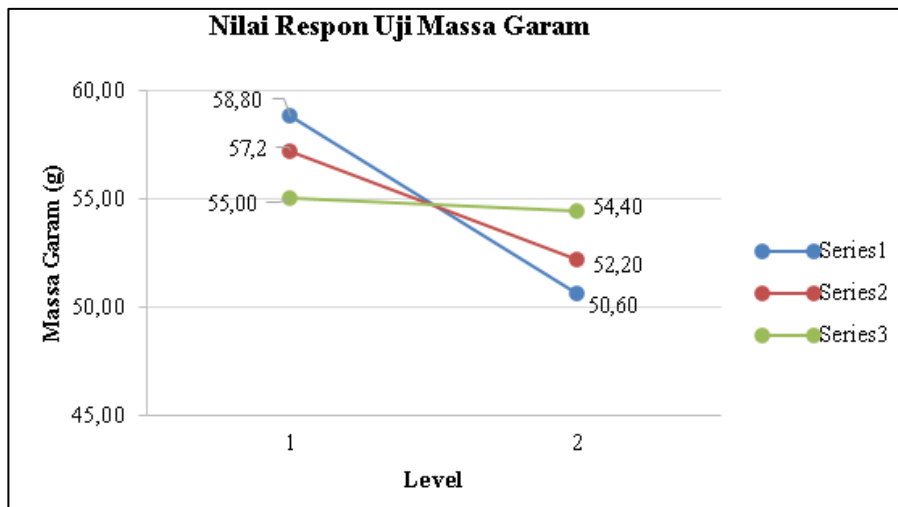
Berikut ini adalah hasil perhitungan ANOVA nilai rata-rata yang dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Tabel Respons untuk Rata-Rata Uji Massa Garam Filter TUF

Level	A	B	C
1	58,8	57,2	55
2	50,6	52,2	54,5
Max	58,8	57,2	55
Min	50,6	52,2	54,5
Delta	8,2	5	0,5
Rank	1	2	3
Optimal	A1	B1	C1

(Sumber : Olah data, 2022)

Tabel 6. menunjukkan uji massa garam filter TUF rangking 1 pada eksperimen faktor A dengan massa 58,8 gram, B dengan massa 57,2 gram, dan C dengan massa 55 gram dengan komposisi optimal pada faktor dan level A1 , B1, dan C1.



Gambar 2. Grafik Nilai Respons Uji Massa Garam
(Sumber : Olah data, 2022)

Berdasarkan gambar menunjukkan bahwa sesuai dengan SNR yang diambil oleh peneliti yaitu *larger the better* bahwa pada faktor Filter TUF uji nilai massa garam memiliki nilai terbesar yaitu 58,8 gram dengan *ranking* nomor 1.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Analisis Variansi Dua Arah Uji Massa Garam

Source	SS	dB	MS	F	Ratio %	F tabel
A	336.2	1	336.2	109.3333	65.63842	4.49
B	125	1	125	40.65041	24.40453	4.49
C	1.8	1	1.8	0.585366	0.351425	4.49
Eror	49.2	16	3.075	1	9.605623	
SSt	512.2	19	466.075		100,00	

(Sumber : Diolah Penulis, 2022)

Dari hasil perhitungan ANOVA dua arah pada uji nilai massa garam tersebut dapat disimpulkan bahwa Faktor A (Batu Karang) memiliki kontribusi terbesar yaitu 65,63842% terhadap nilai massa garam berdasarkan nilai F hitung yaitu 109,3333 gram nilai ini lebih besar dari nilai faktor B (Arang) yaitu 24,40453% dengan F hitung yaitu 40,65041 gram. Pada penelitian ini faktor A (batu karang) memberikan kontribusi paling tinggi pada pemurnian garam. Hal ini dikarenakan batu karang bisa sebagai filter/penyaring dan penstabil PH air. Kemudian arang juga berkontribusi pada pemurnian air karena merupakan karbon aktif yang baik dalam *filtering* air karena dapat mengikat senyawa toksik dan pengotor dalam air. Ijuk juga dapat membantu mempercepat penuaan air. Hipotesis pengaruh faktor terhadap nilai percepatan ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hipotesa pengaruh faktor terhadap Uji Massa Garam

Source	SS	Df	MS	F	Ratio %	F tabel	Keputusan	Kesimpulan
A	336.2	1	336.2	109.3333	65.63842	4.49	Tolak H ₀	Signifikan
B	125	1	125	40.65041	24.40453	4.49	Tolak H ₀	Signifikan
C	1.8	1	1.8	0.585366	0.351425	4.49	Terima H ₀	Tidak Signifikan
Eror	49.2	16	3.075	1	9.605623			
SSt	512.2	19	466.075		100,00			

(Sumber : Olah data, 2022)

Perhitungan hipotesa setiap faktor :

H₀ : Faktor tidak mempengaruhi nilai massa garam

H₁ : Faktor mempengaruhi nilai massa garam karena F hitung lebih besar dari F tabel.

Setelah menghitung untuk nilai rata-rata, peneliti mendapatkan level-level faktor yang optimal dari setiap faktor yang berpengaruh. Pada Tabel 9 dibawah ini merupakan tabel *setting* level uji nilai massa garam.

Tabel 9. Penentuan *Setting Level*

Faktor	Pengaruh	Hipotesa	<i>Setting Level</i>
Batu Karang	Signifikan	H ₁	A1
Arang	Signifikan	H ₁	B1
Ijuk	Tidak Signifikan	H ₀	C1

(Sumber : Olah data, 2022)

Tabel diatas menunjukkan bahwa komposisi optimal uji nilai massa garam adalah dengan batu karang 400g dihaluskan, arang 350g dihaluskan, dan ijuk 30g. Berdasarkan nilai *setting* level uji nilai massa garam di peroleh nilai *setting* level A1 dengan nilai massa garam 58,8 gram, *setting* level B1 dengan nilai massa garam 57,2 gram dan *setting* level C1 dengan nilai massa garam 55 gram. Dari komposisi tersebut di peroleh konfirmasi optimal yaitu 57 gram. Nilai konfirmasi nilai massa garam tersebut di peroleh dari nilai rata-rata *setting* level optimum, perhitungan nilai konfirmasi di tunjukkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P \text{ konfirmasi uji nilai percepatan gas} &= P A1 + P B1 + P C1 / 3 \quad \text{di tabel A,B,C} \\
 &= (58,8 + 57,2 + 55) / 3 \\
 &= 57 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisa diatas dapat diperoleh informasi komposisi terbaik dari Teknologi Ulir Filter (TUF) untuk mendapatkan masa garam dengan kualitas terbaik yaitu: Faktor A (batu karang) pada level 1 dengan massa 450 gram dihaluskan. Faktor B (arang) pada level 1 dengan massa 350 gram dihaluskan dan faktor C (ijuk) dengan level 1 dengan massa 30 gram. Faktor ini baik digunakan dalam pembuatan filter TUF karena bahan dari

faktor-faktor ini dalam menyaring pengotor dan mempercepat penuaan air [13], [14], [15]

Dengan nilai *setting* level uji nilai massa garam di peroleh nilai *setting* level A1 dengan nilai massa garam 58,8 gram, *setting* level B1 dengan nilai massa garam 57,2 gram dan *setting* level C1 dengan nilai massa garam 55 gram. Dari komposisi tersebut di peroleh konfirmasi optimal yaitu 57 gram. Nilai konfirmasi optimal tersebut menunjukkan bahwa komposisi filter TUF yang terdiri dari batu karang, arang, dan ijuk pada level 1 dengan massa yang telah ditentukan mampu menghasilkan hasil yang optimal dalam proses pemurnian air laut menjadi garam laut. Dengan menggunakan komposisi tersebut, diharapkan dapat meningkatkan kualitas garam laut yang dihasilkan dan memberikan manfaat yang lebih baik bagi para produsen garam laut dan masyarakat pengguna garam laut.

4. Kesimpulan

Teknologi Ulir Filter (TUF) pada faktor A (Batu Karang) memiliki kontribusi terbesar yaitu 65,63842% terhadap nilai massa garam berdasarkan nilai F hitung yaitu 109,3333 gram nilai ini lebih besar dari nilai faktor B (Arang) yaitu 24,40453% dengan F hitung yaitu 40,65041 gram. Sehingga pada penelitian ini komposisi terbaik adalah filter dengan batu kapur 450 gram, arang 350 gram dan ijuk 30 gram. Ketiga faktor ini sangat baik digunakan dalam *filtering* air garam karena dapat meningkatkan produksi dan kualitas garam. Sehingga perusahaan dapat mengurangi biaya pembelian garam untuk campuran proses pembuatan es balok. Selain itu dapat digunakan sebagai alat *filtering* pada pengusaha garam pada umumnya guna meningkatkan produksi garam.

Daftar Pustaka

- [1] A. Arwiyah, M. Zainuri, and M. Efendy, "Studi kandungan NaCl di dalam air baku dan garam yang dihasilkan serta produktivitas lahan garam menggunakan media meja garam yang berbeda.," *J. Kelaut. Indones. J. Mar. Sci. Technol.*, vol. 8, no. 1, pp. 1-9., 2015.
- [2] Y. U. Hoiriyah, "Peningkatan kualitas produksi garam menggunakan teknologi geomembran.," *J. Stud. Manaj. dan Bisnis*, vol. 6, no. 2, pp. 71-76, 2019.
- [3] Y. Anggraini and A. Munandar, "Potensi Pesisir Utara Banten Sebagai Penghasil Garam.," *J. Kebijak. Pembang. Drh.*, vol. 1, no. 1, pp. 71-86, 2017.
- [4] E. P. Estuti, W. Fauziyanti, and S. Hendrayanti, "Analisis Deskriptif dan Kuantitatif Produktivitas Garam Indonesia: Studi Kasus pada Petani Garam Kabupaten Pati," *NEM*, 2021.

- [5] D. Syafikri, D. Mardhia, F. Yahya, and N. Andriyani, "Pemberdayaan Kelompok Setia Kawan dalam Produksi Garam Beryodium di Desa Labuhan Bajo, Sumbawa.," *Agrokreatif J. Ilm. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 6, no. 1, pp. 45–52, 2020.
- [6] A. K. Pranoto, A. A. Djari, R. Sewiko, L. P. Hapsari, H. Haryanto, and C. Anwar, "Percepatan Pembuatan Garam dengan Metode Sprinkle Bertingkat. PELAGICUS," vol. 1, no. 3, pp. 107-113., 2020.
- [7] R. Bramawanto and S. L. Sagala, "Meteorological and Physical Conditions of Salt Pan Areas with Filtering-Threaded Technology (TUF) in Cirebon Regency, Indonesia.," *J. Segara*, vol. 12, no. 2, 2016.
- [8] M. Kasnir and K. Nisaa, "Feasibility study of salt industry and factor influencing the salt production in Pangkajene Kepulauan.," *Agrikan J. Agribisnis Perikan.*, vol. 14, no. 1, pp. 85–89, 2021.
- [9] W. A. Setyati, D. P. Wijayanti, D. Haryanti, and A. C. Kumoro, "Pemberdayaan Masyarakat Desa Nyamuk, Kecamatan Karimunjawa Melalui Teknologi Pembuatan Garam Menggunakan Bakteri Halofilik Dan Teknik Ulir Filter (TUF).," *Panrita Abdi-Jurnal Pengabd. pada Masy.*, vol. 6, no. 3, pp. 578-586., 2022.
- [10] M. Salsabiela and J. Prayitno, "Pengaruh Penggunaan Teknologi Ulir Filter dan Geisolator pada Produksi Garam Rakyat di Kabupaten Indramayu: Impact of the Utilization of Filter Thread Technology and Geisolators on Salt Production in Indramayu Regency.," *J. Teknol. Lingkungan.*, vol. 23, no. 2, pp. 207-213., 2022.
- [11] H. Yasin, S. Sugito, M. A. Mukid, and A. Prahutama, "Aplikasi Teknologi Ulir Filter (TUF) dengan Media Geomembrane sebagai Upaya Peningkatan Kualitas dan Kuantitas Produksi Garam di Kabupaten Pati Jawa Tengah.," *E-Dimas J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 10, no. 2, pp. 175–180, 2019.
- [12] E. Supriyo, "Teknologi ulir filter untuk meningkatkan kualitas garam rakyat di Kabupaten Brebes.," *J. Pengabd. Vokasi*, vol. 2, no. 3, pp. 177-185., 2022.
- [13] R. Bramawanto, S. L. Sagala, I. R. Suhelmi, and H. Prihatno, "Struktur dan Komposisi Tambak Teknologi Ulir Filter untuk Peningkatan Produksi Garam Rakyat," *J. Segara*, vol. 11, no. 1, 2015.
- [14] M. Mahendra, "Produksi Garam Rakyat Berbasis TUF Geomembran Di Kecamatan Samatiga Kabupaten Aceh Barat.," *J. Mar. Kreat.*, vol. 1, no. 1, 2020.
- [15] P. Halimah and Y. Ekawati, "Penerapan Metode Taguchi untuk Meningkatkan Kualitas Bata Ringan pada UD. XY Malang.," *JIEMS (Journal Ind. Eng. Manag. Syst.*, vol. 13, no. 1, 2020.
- [16] E. I. Riza, C. Budiyanoro, and A. W. Nugroho, "Peningkatan kekuatan lentur produk 3d printing berbahan petg dengan optimasi parameter proses menggunakan metode Taguchi.," *Media Mesin Maj. Tek. Mesin*, vol. 21, no. 2, pp. 66-75., 2020.

- [17] S. D. Anggraini, A. W. Nuruddin, K. Trisanjaya, A. Kalista, and A. Mu'minin, "Desain Eksperimen Kuat Tekan Paving Block dengan Bahan Tambah Abu Batu Bara (Fly Ash) dengan Metode Taguchi.," *IENACO (Industrial Eng. Natl. Conf.*, vol. 7, 2019.
- [18] M. Anshori and S. Iswati, *Metodologi penelitian kuantitatif*, 1st ed. Airlangga University Press., 2019.
- [19] I. Hermawan and others, *Metodologi Penelitian Pendidikan (Kualitatif, Kuantitatif dan Mixed Method)*. Hidayatul Quran, 2019.
- [20] W. Lestari, R. F. I. Rahmayani, A. Evalina, M. Saputra, and A. I. Suryani, "Technology development of salt products using geomembrane thread filter technology in Kajhu Village Baitussalam, Aceh Besar.," *J. Phys. Conf. Ser. IOP Publ.*, vol. 1424, no. 1, p. 012050, 2019.
- [21] E. Roflin and I. A. Liberty, *Populasi, Sampel, Variabel dalam penelitian kedokteran*. NEM, 2021.
- [22] D. Firmansyah, "Teknik Pengambilan Sampel Umum dalam Metodologi Penelitian: Literature Review.," *J. Ilm. Pendidik. Holistik*, vol. 1, no. 2, pp. 85–114, 2022.