



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 4 Tahun 2024 Page 6359-6372

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

## Identifikasi Pengaruh *Ball Milling* Terhadap Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata*) Menjadi *Nano-crystal Cellulose* Adsorben Untuk Pengelolaan Air Berkualitas

Naufal Sauqil Zinnan<sup>1✉</sup>, Mohammad Endy Julianto<sup>2</sup>

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Fakultas Sekolah Vokasi,  
Universitas Diponegoro, Semarang.

Email: [naufalsszz15@gmail.com](mailto:naufalsszz15@gmail.com)<sup>1✉</sup>

### Abstrak

Pada saat ini Perkembangan dan pengelolaan sumber air di Indonesia masih kurang diperhatikan, karena itu banyak daerah yang sulit memiliki air berkualitas berdasarkan parameter kesadahan, nilai pH dan konsentrasi Besi (Fe). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan adsorben karbon aktif nano-crystal cellulose dari kulit pisang kepok (*Musa acuminata*) untuk mereduksi kontaminan. Karbon aktif pada penelitian ini merupakan hasil pirolisis pada suhu 400°C yang dimodifikasi dengan metode *milling* menggunakan alat *ball mill* sampai ukuran ncc dengan aktivator asam klorida (HCl). Eksperimen adsorpsi dilakukan dengan variasi massa 2 gr, 4 gr, dan 6 gr dan waktu reaksiadsorpsi selama 3 menit, 6 menit, 9 menit, 12 menit dan 15 menit, dengan kecepatan pengadukan 200 rpm. Penelitian ini dirancang dengan analisis *Response Surface Methodology* (RSM) untuk mendapatkan kondisi operasi yang optimum.

Kata Kunci: *Adsorpsi, Adsorben, Ball Milling, Kulit Pisang Kepok, Nano-crystal Cellulose, Response Surface Methodology, Pengelolaan Air Berkualitas*

## Abstrack

Currently, the development and management of water sources in Indonesia is still receiving little attention, therefore many areas find it difficult to have quality water based on hardness parameters, pH value and Iron (Fe) concentration. This research aims to determine the ability of nano-crystal cellulose activated carbon adsorbent from kepok banana peel (*Musa acuminata*) to reduce contaminants. The activated carbon in this study was the result of pyrolysis at a temperature of 400°C which was modified by the milling method using a ball mill to ncc size with hydrochloric acid (HCl) activator. Adsorption experiments were carried out with varying masses of 2 gr, 4 gr, and 6 gr and adsorption reaction times of 3 minutes, 6 minutes, 9 minutes, 12 minutes and 15 minutes, with a stirring speed of 200 rpm. This research was designed using Response Surface Methodology (RSM) analysis to obtain optimum operating conditions.

*Keywords: Adsorption, Adsorbent, Ball Milling, Kepok Banana Peel, Nano-crystal Cellulose, Response Surface Methodology, Quality Water Management*

## PENDAHULUAN

Pada saat ini Perkembangan dan pengelolaan sumber air di Indonesia masih kurang diperhatikan, karena itu banyak daerah yang sulit memiliki air berkualitas, tetapi pada sisi lain selalu ada sumber air yang belum di manfaatkan untuk kelangsungan hidup masyarakat dan makhluk hidup lainnya (Darmayasa, et al., 2018). Syarat untuk air berkualitas sudah tertera pada Peraturan Menteri Kesehatan yaitu pada No 32 Tahun 2017 (Sahabuddin et al., 2018). Menurut (Sahabuddin et al., 2018), air yang baik memiliki kualifikasi yaitu tanpa memiliki bau, berkualitas, jernih, tidak memiliki zat kimia, tidak meninggalkan endapan dan tanpa memiliki rasa.

Teknologi pengolahan air salah satunya yaitu secara Penyerapan dengan menambahkan adsorben pada air. (Fadhillah & Wahyuni, 2016). Begitu juga, adsorben ini dapat menurunkan parameter pH, Fe, dan sadah (Bujawati et al., 2014). Adsorben yaitu amorf senyawa yang berasal berdasar bahan yang mempunyai karbon yang diperhatikan secara rinci demi mempunyai daya serap rapat. Adsorben mampu menyerap gas serta senyawa kimia yang mempunyai daya serap pilihan, bergantung kepada volume pori serta permukaan luasnya. Adsorbennya tinggi, berkisar 24-99,9% pada W adsorben (Cita, 2016).

Berbagai koagulan nabati telah digunakan untuk aplikasi pengolahan air, termasuk Kelor oleifera, Cicer arietinum, dan Lablab Dolichos. Bahan-bahan ini ditemukan mengandung beberapa protein efektif yang bertanggung jawab untuk proses koagulasi, dimana bahan-bahan tersebut secara kimia mengganggu kestabilan bahan-bahan yang tersuspensi dalam air, membuat bahan-bahan tersebut bersatu membentuk gumpalan yang lebih besar yang dikenal sebagai flok (Azamzam et al., 2022). Pada penelitian ini kami memilih bentuk lain dari limbah tanaman yaitu limbah kulit pisang sebagai koagulan alami.

Adsorben yang berasal dari bahan organik ini selalu dipakai dikarenakan biayanya murah juga mampu menghilangkan kontaminan (Kristianto et al., 2018). Kulit pisang kapok ini merupakan bahan alami yang digunakan untuk Pengelolaan Air Berkualitas. Kulit pisang kepok juga mempunyai kandungan selulosa, hemiselulosa serta zat pektin. Selain galakturonik, selulosa, galaktosa, arabinose, dan rhamnose, zat pektin juga mengandung rhamnose dan arabinose. (Maiza et al., 2018). Selulosa dan asam galakturonik ini dapat menarik ion Fe pada air. Serta kulit pisang merupakan sampah organik yang pemanfaatan secara *reah*nya sekedar dibuang cuma-cuma sebagai sampah organik. Jumlah sampah kulit pisang ada dimana-mana sekitar 0,75% pisang yang tak dibuka. (Arifiyana & Devianti, 2020).

Beberapa metode digunakan untuk pengolahan limbah air dan penyamakan, termasuk metode kimia dan fisik, seperti persepsi, filtrasi, penguapan, pertukaran ion, pemulihan elektrolitik, dan reaksipelarut (Rajasulochana & Preethy, 2016), Kapasitas biosorpsi Cd(II) lumpur aktif kering tanpa perlakuan apapun adalah 204,08 g<sup>-1</sup> (Soltani et al., 2013), ; setelah pengobatan dengan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> itu 256,41 mg g<sup>-1</sup>, setelah perlakuan dengan etanol menjadi 212,27 mg g<sup>-1</sup>, dan setelah pretreatment NaOH menjadi 217,39 mg g<sup>-1</sup> (Soltani et al., 2009). Namun, metode ini tidak tepat untuk menghilangkan sebagian besar polutan, karena mahal, memerlukan energi tinggi dan bahan kimia berbahaya, tidak dapat tersales dengan baik, dan dapat menghasilkan beberapa zat beracun (Bharagava, 2020). Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan pendekatan inovatif berdasarkan pendekatan ramah lingkungan yang hemat biaya, ramah lingkungan, dan aman digunakan dalam pengolahan limbah penyamakan kulit dan tekstil.

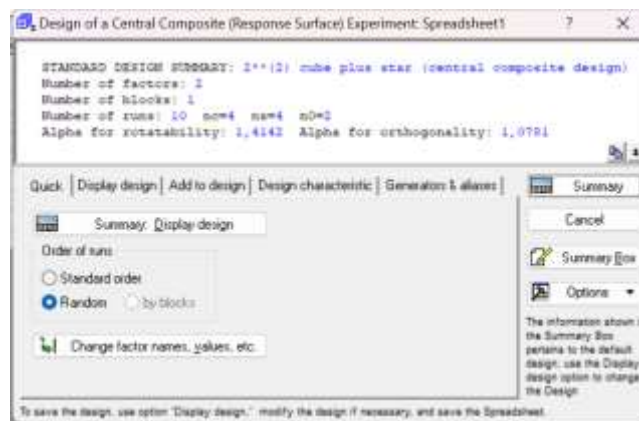
Salah satu teknik untuk mengoptimalkan adsorpsi adalah dengan menambah luas permukaan pada karbon aktif. Menurut (Ikhsanto, 2020), luas permukaan karbon dengan ukuran partikel berbanding terbalik. Semakin luas permukaan karbon maka semakin kecil ukuran diameter karbon. Menurut (M. Faisal, 2015), adsorben berukuran nano-crystal cellulose memiliki efisiensi pemisahan yang tinggi, proses pemisahan yang cepat, reaktif dalam menghilangkan kontaminan dan dapat digunakan kembali. Sebagai contoh, efisiensi adsorpsi karbon aktif nano-crystal cellulose dari cangkang sawit mampu menyerap Cu sebesar 97,8%. Selain itu, menurut (Nurdila dkk., 2015), penanggulangan pencemaran logam berat dengan adsorben berbasis nano-crystal cellulose lebih murah biayanya, mudah untuk diproduksi, efisien waktu dan terbukti mampu menanggulangi air yang terkandung logam berat.

Metode ball mill memiliki prinsip yaitu menghancurkan bahan dengan ditumbuk oleh sejumlah bola penumbuk dalam tabung horizontal yang berputar, sehingga bola nanti diangkat pada sisi tabung dan bahan yang ditumbuk akan jatuh, memecah stuktur bahan

menjadi ukuran nano. Cara ball mill ini memiliki keunggulan yaitu waktu penghalusannya cepat serta hasil kulit pisang yang didapatkan sangat nano sampai dapat menaikkan tingkat hidrasi pada air (Widjanarko & Suwasito, 2014).

## METODE PENELITIAN

Rancangan percobaan yang saya gunakan dalam penelitian ini adalah dengan RSM (*Response Surface Methodology*) dengan rincian variable sebagai berikut : 1) Standard Design Summary :  $2^{**}(2)$  cube plus star (central composite design), 2) Number Of Factors : 2, 3) Number Of Bloks : 1, 4) Number Of Runs : 10  $n_c=4$   $n_s=4$   $n_0=2$ , 5) Alpha For Rotability : 1,4142, 6) Alpha For Orthogonality : 1,0781



Mengambil air dalam sumur sebagai sampel menurut penelitian dari (Cita, 2016). Pengambilan contoh sampel air dijelaskan sebagai berikut: Alat *water sampler* sebagai media pengambilan sampel air dalam sumur, Mengangkat alat sesudah sampel penuh, Memindahkan sampel dari alat ke wadah langkahnya sebagai berikut: wadah dari bahan poli propilen (PP)/gelas, Bisa tertutup dengan rapat, Terbebas dari kontaminan, dan tidak gampang pecah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Data

Pengolahan data penelitian ini menggunakan metode respon permukaan atau *Response Surface Methodology Response Surface Methodology* (RSM). RSM merupakan suatu metode statistik dalam penentuan suatu desain penelitian, pemodelan matematis, optimasi, hingga analisis data hasil penelitian. Melalui metode RSM, hasil penelitian dapat diperkirakan dengan mengembangkan persamaan polinomial kuadrat sebagai suatu fungsi yang menggambarkan interaksi antar variabel penelitian (Khuri & Mukhopadhyay, 2010). Dari beberapa fungsi penggunaan metode RSM tersebut, sering kali RSM dipilih dalam penelitian yang bertujuan untuk mengetahui optimasi suatu proses.

Tabel Hasil penyerapan parameter air berkualitas dengan partikel nano karbon aktif

Massa (gr)	Waktu Reaksi (Menit)	pH	Mn (mg/l)	Ef. Mn (%)	Kekeruhan (NTU)	Ef. Kekeruhan (%)	Kesadahan (mg/l)	Ef. Kesadahan (%)
2	3	8,7	1,265	38,43	41,21	18,85	3,73	99,15
	6	8,7	1,037	38,78	38,76	22,63	3,64	99,33
	9	8,6	0,980	40,77	35,67	25,78	3,65	99,42
	12	8,6	0,834	42,98	32,89	28,75	2,54	99,37
	15	8,6	0,822	43,23	30,94	32,78	2,37	99,52
4	3	7,9	0,655	66,78	25,10	39,43	6,67	98,67
	6	7,9	0,597	67,15	18,87	55,84	8,33	98,67
	9	7,8	0,545	67,30	14,65	63,42	6,86	98,54
	12	7,8	0,489	67,89	8,33	75,55	6,22	98,75
	15	7,7	0,367	68,78	3,26	90,71	5,73	99,05
6	3	7,2	0,191	93,67	0,00	100	8,88	98,56
	6	7,1	0,089	98,78	0,00	100	7,64	98,75
	9	7,1	0,055	99,23	0,00	100	5,65	99,14
	12	7,0	0,024	99,67	0,00	100	7,54	98,79
	15	7,0	0,001	99,97	0,00	100	5,80	99,05

### 1. Total Pengujian Karbon Aktif Partikel nano pada Air

Pemodelan suatu penelitian dinyatakan tepat berdasarkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ).  $R^2$  sendiri merupakan suatu nilai yang menyatakan seberapa jauh suatu model dapat menerangkan variabel-variabel terikat pada suatu penelitian. Nilai  $R^2$  bisa berada pada rentang 0 sampai dengan 1, di mana nilai  $R^2$  kecil mengindikasikan bahwa kemampuan variabel bebas dalam menjelaskan variabel terikat sangat terbatas. Sedangkan, nilai  $R^2$  yang mendekati satu mengindikasikan bahwa variabel-variabel bebas dapat memberikan penjelasan yang hampir menyeluruh dalam menyediakan nilai prediksi terkait variabel terikat (Natoen et al., 2018). Pada pengujian pengaruh karbon

aktif partikel nano terhadap air, nilai  $R^2$  diperoleh 0,9359 atau dapat diartikan bahwa sebesar 93,59% dari total variasi model dapat diwakilkan oleh persamaan regresi. Data terkait estimasi efek dalam persamaan regresi ditunjukkan pada Tabel berikut:

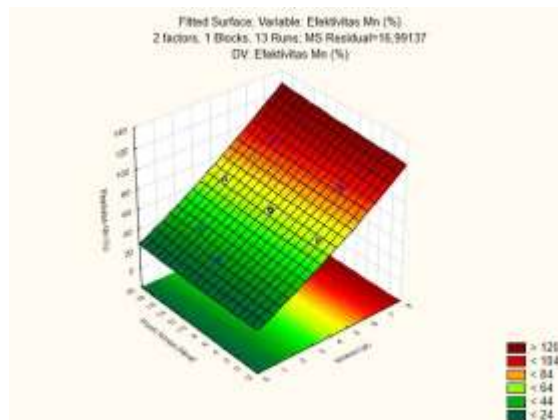
Tabel 1 Data Efek Karbon Aktif Partikel nano

Factor	Efek	Standar Error
(1) Massa (gr) (L)	9,18	3,56
Massa (gr) (Q)	0,33	0,39
(2) Waktu Reaksi(Menit) (L)	-0,02	1,07
Waktu Reaksi(Menit) (Q)	0,01	0,04
1L by 2L	0,05	0,17
R <sup>2</sup>	0,9359	

Plot Permukaan Respon RSM, Diagram Pareto, dan ANOVA terhadap Karbon aktif partikel nano

1. Pengaruh Massa dan waktu reaksi karbon aktif partikel nano pada kadar Mn air

Hasil dari proses Reaksi karbon aktif partikel nano pada Mn air dipengaruhi oleh massa dan waktu reaksi sebagaimana ditunjukkan pada Gambar berikut:

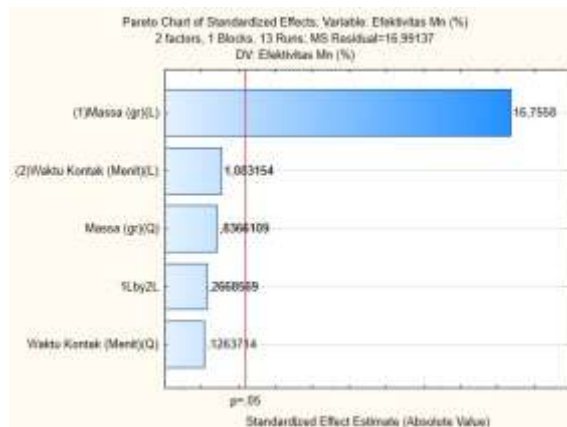


Gambar 1 Plot permukaan respons pada pengaruh massa dan waktu reaksi karbon aktif partikel nano pada Mn air

Berdasarkan Gambar, dapat dilihat bahwa kondisi terbaik dari proses Reaksi karbon aktif partikel nano pada Mn air dipengaruhi oleh massa dan waktu reaksi adalah waktu sebesar 15 menit dan Massa 6 gram dengan efektivitas >95%. Pada penelitian ini, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pengaruh dari suhu dan waktu reaksi terhadap Kadar Mn air adalah berbanding lurus.

Pada penelitian ini, proses Reaksi karbon aktif partikel nano pada Mn air berdasarkan massa dan waktu reaksi dipengaruhi oleh variabel. Semakin besar nilai estimasi pengaruh suatu variabel, mengindikasikan bahwa semakin besar pula pengaruh

dari variabel tersebut. Untuk aspek proses pada air, variabel yang berpengaruh adalah variabel tunggal berupa waktu reaksi dan massa sebagaimana ditunjukkan dalam diagram pareto pada Gambar 2



Gambar 2 Diagram Pareto pada pengaruh massa dan waktu reaksi karbon aktif partikel nano pada Mn air

Gambar tersebut menunjukkan hubungan antara estimasi efek variabel standar. Variabel yang melewati garis merah merupakan variabel yang paling berpengaruh terhadap hasil yang diperoleh. Begitu pula sebaliknya, variabel yang tidak melewati garis merupakan variabel yang paling sedikit memberi pengaruh terhadap hasil yang diperoleh (Rizki et al., 2018). Diagram pareto pada Gambar 2 menunjukkan, waktu reaksi dan massa menunjukkan pengaruh paling besar terhadap kualitas air. Dari hasil tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa durasi waktu reaksi dan massa yang tepat dapat membantu memaksimalkan dalam mendorong efektifitas karbon aktif partikel nano sehingga air berkualitas dapat dimaksimalkan.

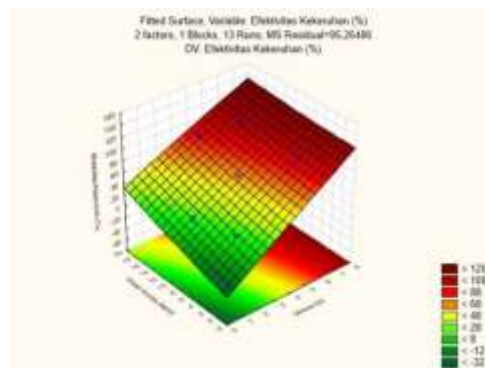
Tabel 2 Analisa Varian Model Persamaan Polinomial Karbon Aktif Partikel Nano pada Kadar Mn Air

<i>Faktor</i>	SS	df	MS	F
(1) Massa (gr) (L)	4770,4	1	4770,44	280,76
Massa (gr) (Q)	11,89	1	11,89	0,70
(2) Waktu Reaksi (Menit) (L)	19,93	1	19,93	1,17
Waktu Reaksi (Menit) (Q)	0,27	1	0,27	0,02
1L by 2L	1,21	1	1,21	0,07
<i>Error</i>	118,94	7	16,99	
Total SS	4922,4	12		282,72

Model respon permukaan tingkat kedua yang dihasilkan sesuai dengan bentuk *Analysis of Variance* (ANOVA) sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2. ANOVA diperlukan dalam pengujian untuk mengetahui signifikansi dan kecukupan model. Nilai  $F$  (*Fisher ratio varians*) dirumuskan dengan  $S2r/S2e$ , di mana  $F$  adalah ukuran statistic yang valid dari tingkat kemampuan suatu faktor dalam menjelaskan variasi suatu data terkait nilai rata-rata (*mean*). Semakin besar nilai  $F$ , mengindikasikan terbentuknya keseragaman yang terbentuk. Selain itu, semakin besarnya nilai  $F$  juga menunjukkan bahwa efek faktor yang diperkirakan memiliki nilai yang nyata (Paramita et al., 2016). Model regresi ANOVA di atas menunjukkan nilai  $F$  dari tes Fisher ( $F_{\text{model}} = 282,72$ ), yang mana tergolong signifikan.

## 2. Pengaruh Massa dan waktu reaksi karbon aktif partikel nano pada kekeruhan air

Hasil dari proses Reaksi karbon aktif partikel nano pada kekeruhan air dipengaruhi oleh massa dan waktu reaksi sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3 berikut:



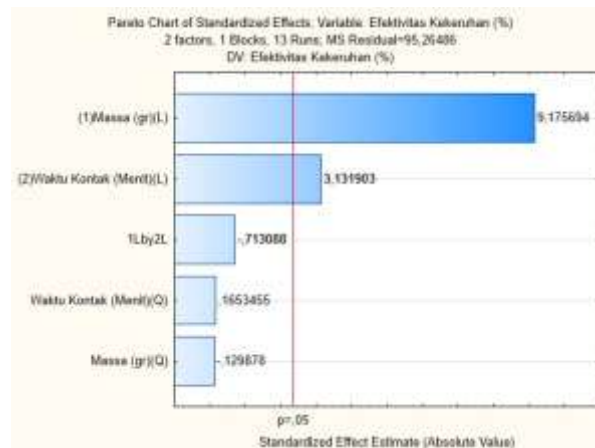
Gambar 3 Plot permukaan respons pada pengaruh massa dan waktu reaksi karbon aktif partikel nano pada kekeruhan air

Berdasarkan Gambar, dapat dilihat bahwa kondisi terbaik dari proses Reaksi karbon aktif partikel nano pada kekeruhan air dipengaruhi oleh massa dan waktu reaksi adalah waktu sebesar 15 menit dan Massa 6 gram dengan efektivitas >99%. Pada penelitian ini, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pengaruh dari suhu dan waktu reaksi terhadap Kekeruhan air adalah berbanding lurus.

Pada penelitian ini, proses Reaksi karbon aktif partikel nano pada kekeruhan air berdasarkan massa dan waktu reaksi dipengaruhi oleh variabel. Semakin besar nilai estimasi pengaruh suatu variabel, mengindikasikan bahwa semakin besar pula pengaruh dari



variabel tersebut. Untuk aspek proses pada air, variabel yang berpengaruh adalah variabel tunggal berupa waktu reaksi dan massa sebagaimana ditunjukkan dalam diagram pareto pada Gambar 4



Gambar 4 Diagram Pareto pada pengaruh massa dan waktu reaksi karbon aktif partikel nano pada kekeruhan air

Gambar tersebut menunjukkan hubungan antara estimasi efek variabel standar. Variabel yang melewati garis merah merupakan variabel yang paling berpengaruh terhadap hasil yang diperoleh. Begitu pula sebaliknya, variabel yang tidak melewati garis merah merupakan variabel yang paling sedikit memberi pengaruh terhadap hasil yang diperoleh (Rizki et al., 2018). Diagram Pareto pada Gambar 4 menunjukkan, waktu reaksi dan massa menunjukkan pengaruh paling besar terhadap kualitas air. Dari hasil tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa durasi waktu reaksi dan massa yang tepat dapat membantu memaksimalkan dalam mendorong efektivitas karbon aktif partikel nano sehingga air berkualitas dapat dimaksimalkan.

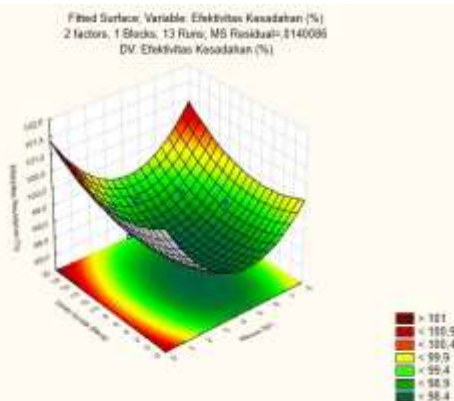
Tabel 3 Analisa Varian Model Persamaan Polinomial Karbon Aktif Partikel Nano pada Kadar kekeruhan Air

<i>Faktor</i>	SS	df	MS	F
(1) Massa (gr) (L)	8020,6 7	1	8020,67	84,19
Massa (gr) (Q)	1,61	1	1,61	0,02
(2) Waktu Reaksi (Menit) (L)	934,44	1	934,44	9,81
Waktu Reaksi (Menit) (Q)	2,60	1	2,60	0,03
1L by 2L	48,44	1	48,44	0,51
<i>Error</i>	666,85	7	95,26	
Total SS	9675,2	12		94,56

Model respon permukaan tingkat kedua yang dihasilkan sesuai dengan bentuk *Analysis of Variance* (ANOVA) sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 3 ANOVA diperlukan dalam pengujian untuk mengetahui signifikansi dan kecukupan model. Nilai F (*Fisher ratio varians*) dirumuskan dengan  $S2r/S2e$ , di mana F adalah ukuran statistic yang valid dari tingkat kemampuan suatu faktor dalam menjelaskan variasi suatu data terkait nilai rata-rata (*mean*). Semakin besar nilai F, mengindikasikan terbentuknya keseragaman yang terbentuk. Selain itu, semakin besarnya nilai F juga menunjukkan bahwa efek faktor yang diperkirakan memiliki nilai yang nyata (Paramita et al., 2016). Model regresi ANOVA di atas menunjukkan nilai F dari tes Fisher ( $F_{\text{model}} = 94,56$ ), yang mana tergolong signifikan.

### 3. Pengaruh Massa dan waktu reaksikarbon aktif partikelnano pada kesadahan air

Hasil dari proses Reaksikarbon aktif partikelnano pada kekeruhan air dipengaruhi oleh massa dan waktu reaksi sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5 berikut:



Gambar 5 Plot permukaan respons pada pengaruh massa dan waktu reaksikarbon aktif partikelnano pada kesadahan air

Berdasarkan Gambar, dapat dilihat bahwa kondisi terbaik dari proses Reaksikarbon aktif partikelnano pada kesadahan air dipengaruhi oleh massa dan waktu reaksi adalah waktu sebesar 15 menit dan Massa 2 gram dengan efektivitas >95%. Pada penelitian ini, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pengaruh dari suhu dan waktu reaksi terhadap Kesadahan air adalah berbanding lurus dan turun Kembali sampai batas optimumnya.

Pada penelitian ini, proses Reaksikarbon aktif partikelnano pada kekeruhan air berdasarkan massa dan waktu reaksi dipengaruhi oleh variabel. Semakin besar nilai estimasi pengaruh suatu variabel, mengindikasikan bahwa semakin besar pula pengaruh dari

variabel tersebut. Untuk aspek proses pada air, variabel yang berpengaruh adalah variabel tunggal berupa waktu reaksi dan massa sebagaimana ditunjukkan dalam diagram pareto pada Gambar 6



Gambar 6 Diagram Pareto pada pengaruh massa dan waktu reaksi karbon aktif partikel nano pada kesadahan air

Gambar tersebut menunjukkan hubungan antara estimasi efek variabel standar. Variabel yang melewati garis merah merupakan variabel yang paling berpengaruh terhadap hasil yang diperoleh. Begitu pula sebaliknya, variabel yang tidak melewati garis merupakan variabel yang paling sedikit memberi pengaruh terhadap hasil yang diperoleh (Rizki et al., 2018). Diagram pareto pada Gambar 6 menunjukkan, waktu reaksi dan massa menunjukkan pengaruh paling besar terhadap kualitas air. Dari hasil tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa durasi waktu reaksi dan massa yang tepat dapat membantu memaksimalkan dalam mendorong efektifitas karbon aktif partikel nano sehingga air berkualitas dapat dimaksimalkan.

Tabel 4 Analisa Varian Model Persamaan Polinomial Karbon Aktif Partikel Nano pada Kadar kesadahan Air

<i>Faktor</i>	SS	df	MS	F
(1) Massa (gr) (L)	0,28	1	0,28	19,70
Massa (gr) (Q)	1,28	1	1,28	91,55
(2) Waktu Reaksi (Menit) (L)	0,21	1	0,21	15,33
Waktu Reaksi (Menit) (Q)	0,30	1	0,30	21,77
1L by 2L	0,01	1	0,01	0,40
<i>Error</i>	0,10	7	0,01	
Total SS	2,04	12		148,75

Model respon permukaan tingkat kedua yang dihasilkan sesuai dengan bentuk *Analysis of Variance* (ANOVA) sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 4 ANOVA diperlukan dalam pengujian untuk mengetahui signifikansi dan kecukupan model. Nilai F (*Fisher ratio varians*) dirumuskan dengan  $S^2_r/S^2_e$ , di mana F adalah ukuran statistic yang valid dari tingkat kemampuan suatu faktor dalam menjelaskan variasi suatu data terkait nilai rata-rata (*mean*). Semakin besar nilai F, mengindikasikan terbentuknya keseragaman yang terbentuk. Selain itu, semakin besarnya nilai F juga menunjukkan bahwa efek faktor yang diperkirakan memiliki nilai yang nyata (Paramita et al., 2016). Model regresi ANOVA di atas menunjukkan nilai F dari tes Fisher ( $F_{\text{model}} = 148,75$ ), yang mana tergolong signifikan.

## SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan beberapa kesimpulan penting terkait penggunaan partikel nano karbon aktif kulit pisang kepok dalam pengolahan air berkualitas: A) Efektivitas Penurunan Konsentrasi Mn: 1) Partikel nano karbon aktif kulit pisang kepok terbukti sangat efektif dalam menurunkan konsentrasi Mn dalam air. 2) Penurunan konsentrasi Mn tertinggi (99,87%) dicapai pada waktu reaksi 15 menit dengan massa 6 gram partikel nano untuk 500 ml air. 3) Hasil ini menunjukkan bahwa partikel nano ini dapat menjadi solusi efektif untuk mengatasi kontaminasi Mn dalam air berkualitas. B) Efektivitas Penurunan Kekeruhan: 1) Partikel nano karbon aktif kulit pisang kepok juga menunjukkan efektivitas yang tinggi dalam menurunkan kekeruhan air. 2) Penurunan kekeruhan 100% (air menjadi jernih) dapat dicapai pada waktu reaksi 15 menit dengan massa 6 gram partikel nano untuk 500 ml air. 3) Kemampuan ini menjadikan partikel nano ini sebagai alternatif yang menjanjikan untuk menjernihkan air yang keruh. C) Efektivitas Penurunan Kesadahan: 1) Partikel nano karbon aktif kulit pisang kepok terbukti mampu menurunkan kesadahan air secara signifikan. 2) Penurunan kesadahan tertinggi (99,60%) dicapai pada waktu reaksi 15 menit dengan massa 2 gram partikel nano untuk 500 ml air. 3) Hasil ini menunjukkan bahwa partikel nano ini dapat membantu melunakkan air sadah dan membuatnya lebih sesuai untuk penggunaan sehari-hari. D) Pengaruh terhadap Nilai pH: 1) Pengolahan air berkualitas dengan partikel nano karbon aktif kulit pisang kepok tidak mengubah nilai pH secara drastis. 2) Pada massa 6 gram partikel nano untuk 500 ml air, nilai pH air ternormalisasi dan sesuai dengan baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017. 3) Hal ini menunjukkan bahwa partikel nano ini aman digunakan dan tidak mengganggu keseimbangan pH air. 4) Nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) pada penelitian untuk uji total sebesar 0,9359

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifiyana, D., & Devianti, V. A. (2020). BIOSORPSI LOGAM BESI (Fe) DALAM MEDIA LIMBAH CAIR ARTIFISIAL MENGGUNAKAN ADSORBEN KULIT PISANG KEPOK (*Musa acuminata*). *Jurnal Kimia Riset*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.20473/jkr.v5i1.20245>
- Azamzam, A. A., Rafatullah, M., Yahya, E. B., Ahmad, M. I., Lalung, J., Alam, M., & Siddiqui, M. R. (2022). Enhancing the Efficiency of Banana Peel Bio-Coagulant in Turbid and River Water Treatment Applications. *Water (Switzerland)*, 14(16). <https://doi.org/10.3390/w14162473>
- Bujawati, E., Rusmin, M., & Basri, S. (2014). Pengaruh ketebalan arang tempurung kelapa terhadap tingkat kesadahan air di wilayah kerja Puskesmas Sudu Kabupaten Enrekang 2013. *Jurnal Kesehatan*, 7(1), 332–345.
- Cita, D. (2016). Karbon Aktif. *Laporan Akhir Politeknik Negeri Sriwijaya*, 4–33.
- Darmayasa, I Komang Angga Aryastana, PutuRahadiani, A. A. S. D. (2018). Analisis Kebutuhan Air Berkualitas Masyarakat Desa Toliba. *Jurusan Teknik Sipil, Universitas Warmadewa, Denpasar, Bali.*, 7(1), 41–52. <http://repository.unsimar.ac.id/1245/>
- Fadhillah, M., & Wahyuni, D. (2016). Efektivitas Penambahan Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis*) dalam Proses Filtrasi Air Sumur. *Jurnal Kesehatan Komunitas*, 3(2), 93–98. <https://doi.org/10.25311/keskom.vol3.iss2.110>
- Ikhsanto, jurusan teknik mesin L. N. (2020).
- Kristianto, H., Kurniawan, M. A., & Soetedjo, J. N. M. (2018). Utilization of Papaya Seeds as natural coagulant for synthetic textile coloring agent wastewater treatment. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 8(5), 2071–2077. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.8.5.3804>
- Maiza, R. K., Hasan, M., Fadly, M., & Astuti, A. (2018). Sintesis Karbon Aktif dari Kulit Pisang untuk Pemurnian Air Tambang Emas di Sungai Batang Palangki Kabupaten Sijunjung dari Logam Berat. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 15(1), 7. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v15i1.3815>
- M. Faisal. (2015). EFISIENSI PENYERAPAN LOGAM Pb<sup>2+</sup> DENGAN MENGGUNAKAN CAMPURAN BENTONIT DAN ENCENG GONDOK. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(1), 20–24. <https://doi.org/10.32734/jtk.v4i1.1455>
- Rajasulochana, P., & Preethy, V. (2016). Comparison on efficiency of various techniques in treatment of waste and sewage water – A comprehensive review. *Resource-Efficient Technologies*, 2(4), 175–184. <https://doi.org/10.1016/j.reffit.2016.09.004>
- Sahabuddin, H., Harisuseno, D., & Yuliani, E. (2018). Analisa Status Mutu Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Wanggu Kota Kendari. *Jurnal Teknik Pengairan*,

*Volume 5, Nomor 1, Mei 2014, Hlm 19–28, 19–28.*

- Soltani, R. D. C., Jafari, A. J., & Khorramabadi, G. S. (2009). Investigation of cadmium (II) ions biosorption onto pretreated dried activated sludge. *American Journal of Environmental Sciences*, 5(1), 41–46. <https://doi.org/10.3844/ajes.2009.41.46>
- Soltani, R. D. C., Rezaee, A., Godini, H., Khataee, A. R., & Hasanbeiki, A. (2013). Photoelectrochemical treatment of ammonium using seawater as a natural supporting electrolyte. *Chemistry and Ecology*, 29(1), 72–85. <https://doi.org/10.1080/02757540.2012.704913>
- Weiss, C. K., Isogai, A., & Konwarh, R. (2020). Nanocellulose: From Fundamentals to Advanced Applications. *Frontiers in Chemistry | Www.Frontiersin.Org*, 1, 392. <https://doi.org/10.3389/fchem.2020.00392>
- Widjanarko, S. B., & Suwasito, T. S. (2014). Penggilingan Tepung Porang dengan Metode Ball Mill-Widjanarko, dkk. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(1), 79–85.