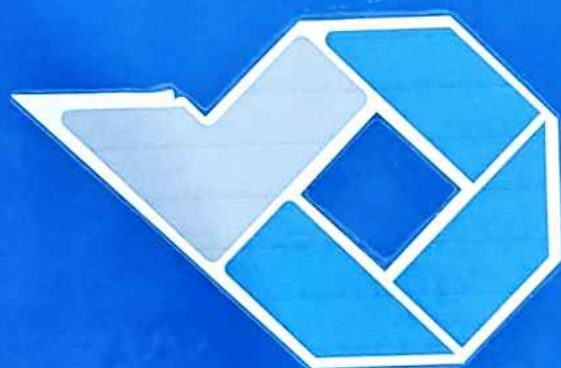


**OPTIMASI SUHU, WAKTU DAN UKURAN AKTIVASI
LIMBAH CANGKANG KERANG DARAH (*Anadara granosa*)
PADA PROSES PEMBUATAN ADSORBEN**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh :

Herri Gunawan NPM : 1042011

**POLITEKNIK MANUFATUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2023/2024**

**OPTIMASI SUHU, WAKTU DAN UKURAN AKTIVASI
LIMBAH CANGKANG KERANG DARAH (*Anadara granosa*)
PADA PROSES PEMBUATAN ADSORBEN**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

Herri Gunawan

NIM:1042011

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2023/2024**

LEMBAR PENGESAHAN

**OPTIMASI SUHU, WAKTU DAN UKURAN AKTIVASI
LIMBAH CANGKANG KERANG DARAH (*Anadara granosa*)
PADA PROSES PEMBUATAN ADSORBEN**

Oleh:

HERRI GUNAWAN/1042011

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Proram Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka
Belitung

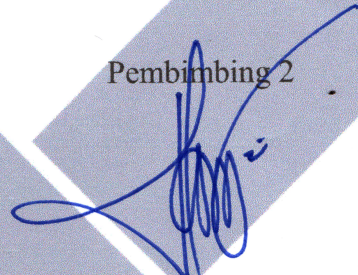
Menyetujui,

Pembimbing 1



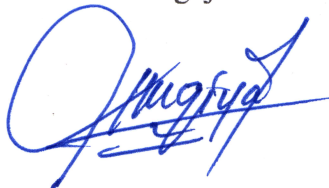
Muhammad Subhan, S.S.T., M.T.

Pembimbing 2




Ramli, M.S.c., Ph.D.

Penguji 1



Sugiyarto, S.S.T., M.T

Penguji 2



Dr. Sukanto, M.Eng

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Herri Gunawan

NIM:1042011

Dengan judul: OPTIMASI SUHU, WAKTU DAN UKURAN AKTIVASI LIMBAH CANGKANG KERANG DARAH (*Anadara granosa*) PADA PROSES PEMBUATAN ADSORBEN

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja saya sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 27 November 2023



Tanda Tangan

Nama Mahasiswa

1. Herri Gunawan

ABSTRAK

Peningkatan jumlah produksi kerang darah sebesar 445,13 ton/tahun. Efek dari tingginya produksi kerang darah tersebut yaitu menciptakan limbah padatan dari cangkang kerang. Potensi limbah yang meningkat mengakibatkan terjadinya pencemaran bagi lingkungan. Kurangnya pemanfaatan cangkang kerang ini memunculkan pemanfaatan lain yaitu sebagai bahan adsorben. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh adsorben terhadap perubahan nilai pH dan TDS pada air dan untuk mengetahui kandungan kerang sebelum dan setelah diaktivasi. Metode yang digunakan yaitu Response Surface Methodology (RSM). Rancangan eksperimen yang dipilih yaitu Box Behnken Design dengan 3 faktor. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini yaitu suhu aktivasi, waktu penahan dan ukuran. Suhu yang digunakan yaitu 500°C, 600°C dan 700°C. Waktu penahan yang digunakan yaitu 120 menit, 240 menit dan 360 menit. Ukuran yang digunakan yaitu 100 mesh, 150 mesh dan 200 mesh. Hasil penelitian ini menunjukkan respon permukaan untuk pH adalah saddle point dan TDS adalah posisi maksimum. Stationary point pada respon pH yaitu -0,187, -0,712 dan 0,268 dan Stationary respon TDS yaitu -0,626, -0,113 dan 0,162. Respon pH dan TDS yang dihasilkan dari titik stationary point memenuhi standar yang diizinkan oleh menteri kesehatan tahun 2010 untuk air minum yaitu 8,48 dan 87,86 PPM. Berdasarkan hasil analisis varian menunjukkan bahwa faktor yang paling berpengaruh terhadap respon pH adalah waktu penahan dan ukuran, dan faktor yang paling berpengaruh terhadap respon TDS adalah suhu dan ukuran.

Kata kunci: Kerang darah, Adsorben, pH, TDS dan RSM

ABSTRACT

The increase in blood clam production amounted to 445.13 tons/year. The effect of the high production of blood clams is to create solid waste from clam shells. Increased waste potential results in pollution to the environment. The purpose of this study is to determine the effect of adsorbents on changes in pH and TDS values in water and to determine the content of shells before and after activation. The method used is Response Surface Methodology (RSM). The experimental design chosen is Box Behnken Design with 3 factors. The independent variables used in this study are activation temperature, holding time, and size. The temperatures used are 500°C, 600°C, and 700°C. The holding time used is 120 minutes, 240 minutes, and 360 minutes. The sizes used were 100 mesh, 150 mesh, and 200 mesh. The results of this study show that the response surface for pH is a saddle point and TDS is the maximum position. Stationary points on the pH response are -0.187, -0.712, and 0.268 and Stationary TDS response are -0.626, -0.113, and 0.162. The resulting pH and TDS responses from the stationary point meet the standards permitted by the Minister of Health in 2010 for drinking water, namely 8.48 and 87.86 PPM.. Based on the results of the analysis of variance shows that the most influential factors on the pH response are holding time and size, and the most influential factors on the TDS response are temperature and size.

Keywords: Blood clam, Adsorbent, pH, TDS and RSM

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur atas kehadiran Allah Swt. karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Optimasi Suhu, Waktu Dan Ukuran Aktivasi Limbah Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Pada Proses Pembuatan Adsorben” ini dapat diselesaikan. Laporan Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah Swt. karena atas nikmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua tercinta bapak Alm Hamdan dan Ibu Nuraisah yang telah menyemangati saya dan telah mengantarkan saya ke pendidikan ini.
3. Kakak dan abang saya telah memberikan bantuan, semangat dan perhatian untuk penulis.
4. Bapak Muhammad Subhan, S.S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 yang telah membimbing dan memberikan banyak ilmu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ramli, M.S.c., Ph.D. selaku dosen pembimbing 2 yang telah membimbing dan memberikan banyak ilmu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Yuliyanto, S.S.T., M.T. yang telah banyak memberikan perizinan dalam menggunakan oven dan fasilitas lab material.
7. Bapak Sugiyarto, S.S.T., M.T. selaku dosen penguji 1 dan Bapak Dr. Sukanto, M.Eng yang telah memberikan masukan dan saran pada Laporan Tugas Akhir ini.
8. Bapak Dr. Sukanto, M.Eng. yang telah memberikan bantuan dalam proses pengiriman tes unsur XRF di Universitas Negeri Malang.

9. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
10. Bapak Pristiansyah, S.S.T, M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
11. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
12. Segenap dosen yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama penulis kuliah di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
13. Teman-teman TMM A angkatan 2020 dan semua pihak yang telah membantu serta mendukung dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun agar penulisan ini dapat bermanfaat untuk kedepannya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Sungailiat, 27 November 2023

Penulis



Herri Gunawan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1. Penelitian Terdahulu	5
2.2. Kerang darah (<i>Anadara granosa</i>)	6
2.2.1 Morfologi Kerang darah	8
2.2.2 Kandungan cangkang kerang	8
2.3. Adsorpsi	9
2.3.1 Pengertian Adsorpsi	9
2.3.2 Mekanisme adsorpsi	9
2.3.3 Jenis Adsorpsi	9
2.3.4 Faktor-faktor adsorpsi	10
2.4. Aktivasi	11
2.4.1. Waktu Aktivasi	12
2.5. Proses Pengayakan	13
2.6. Parameter kualitas air	13
2.6.1. TDS	14
2.6.2. TDS meter	14
2.6.3. Cara penggunaan TDS meter	15

2.6.4. pH	15
2.6.5. pH meter	17
2.7. Pengujian kandungan.....	18
2.7.1. X-Ray Fluorescence (XRF)	18
2.8. Rancangan <i>Response Surface</i> dan Analisis	18
2.8.1. Response Surface Methodology	18
2.8.2. Box-behnken Design (BBD).....	20
2.8.3. Analisa Persamaan Second-Order	21
2.8.4. Lokasi Titik Stasioner (<i>Stationary Point</i>).....	22
2.8.5. Analisis Kanonikal.....	24
2.8.6. Uji Normalitas	24
2.8.7. Analisis Varian (Anova).....	24
2.8.8. Uji Koefisien Determinasi (R).....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	26
3.1. Diagram Alir penelitian.....	26
3.2. Studi Literatur.....	27
3.3. Membuat rancangan eksperimen.....	27
3.3.1. Variabel Penelitian.....	27
3.3.2. Menentukan Faktor dan Level Eksperimen.....	27
3.3.3. Kode variabel bebas.....	28
3.3.4. Rancangan Percobaan.....	28
3.4. Persiapan material dan alat.....	29
3.5. Pembuatan sampel/adsorben	37
3.5.1. Pembersihan material.....	38
3.5.2. Pembuatan <i>powder</i>	38
3.5.3. Proses aktivasi.....	39
3.6. Proses pengujian.....	39
3.6.1. Pengujian XRF.....	40
3.6.2. Pengujian derajat keasaman pH.....	40
3.6.3. Pengujian TDS meter.....	40
3.7. Pengumpulan data	41
3.8. Analisis Data	41

BAB IV PEMBAHASAN.....	42
4.1. Pengambilan Data.....	42
4.2. Analisa Data Respon pH	42
4.2.1. Pengambilan data pH air.....	42
4.2.2. Uji Normalitas	43
4.2.3. Analisis Varian (<i>Anova</i>).....	44
4.2.4. Persamaan <i>Second-Order</i>	46
4.2.5. Analisis Koefisien Determininasi	49
4.2.6. Menentukan titik Stationary Point (X_0).....	50
4.2.7. Menentukan Nilai Optimum dari Faktor X_1 , X_2 dan X_3	51
4.2.8. Menentukan Prediksi Nilai Respon pH pada <i>Stationary Point</i>	52
4.2.9. Analisis Kanonikal.....	53
4.2.10. Grafik Surface Plot	53
4.2.11. Grafik <i>Contour Plot</i>	55
4.3. Analisa data TDS.....	58
4.3.1. Pengambilan data TDS	58
4.3.2. Uji Normalitas	59
4.3.3. Analisis varian (<i>Anova</i>).....	59
4.3.4. Persamaan <i>Second Order</i>	61
4.3.5. Analisis Koefisien Determininasi	65
4.3.6. Menentukan titik <i>Stationary Point</i> (X_0).....	65
4.3.7. Menentukan Nilai Optimum dari Faktor X_1 , X_2 dan X_3	66
4.3.8. Menentukan Prediksi Nilai Respon TDS pada <i>Stationary Point</i>	68
4.3.9. Analisis Kanonikal.....	68
4.3.10. Grafik Surface Plot	68
4.3.11. Grafik <i>Contour Plot</i>	70
4.4. Perbedaan Cangkang Kerang Darah Sebelum Dan Setelah Di Aktivasi....	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	75
5.1. Kesimpulan.....	76
5.2. Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Skala Ukuran Partikel (AZoM, 2002)	13
Tabel 2. 2 Tabel Anova Regresi Berganda (Sung H. Park, 1996)	25
Tabel 3. 1 Faktor dan level eksperimen	27
Tabel 3. 2 Kode Variabel Bebas	28
Tabel 3. 3 Rancangan Percobaan	28
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran pH	43
Tabel 4. 2 Analisis Varian.....	44
Tabel 4. 3 Model Summary by minitab.....	50
Tabel 4. 4 Nilai Hasil TDS	58
Tabel 4. 5 Tabel Analisis Varian	59
Tabel 4. 6 Model Summary by minitab.....	65
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian XRF.....	72
Tabel 4. 8 Hasil pengujian pH dan TDS sebelum dan setelah aktivasi	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hasil pengujian FTIR cangkang kerang sebelum diaktivasi (Dwi Sephtiani, 2016)	6
Gambar 2. 2 Kerang Darah (Handra Hafisko et al., 2014)	7
Gambar 2. 3 TDS Meter	15
Gambar 2. 4 pH meter (Al-Kinani et al., 2023)	18
Gambar 2. 5 Prinsip XRF (Munasir et al., 2012)	18
Gambar 2. 6 Grafik Permukaan Respon (Response Surface) (Douglas C. Montgomery, 2020)	19
Gambar 2. 7 Plot kontur (Contour Plot) (Douglas C. Montgomery, 2020)	19
Gambar 2. 8 Box Behnken Design Untuk 3 Faktor	21
Gambar 2. 9 Matriks Rancangan BBD 3 Faktor (2020)	21
Gambar 2. 10 Respon Permukaan dan Plot Kontur pada titik maksimum.....	22
Gambar 2. 11 Respon Permukaan dan plot kontur pada titik minimum.....	22
Gambar 2. 12 Respon permukaan dan plot kontur pada saddle point.....	23
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	26
Gambar 3. 2 Cangkang Kerang Darah	29
Gambar 3. 3 Sumber air	29
Gambar 3. 4 Air Aquadest.....	30
Gambar 3. 5 Tanah liat (Clay).....	30
Gambar 3. 6 Brush/Sikat	31
Gambar 3. 7 Ulekan	31
Gambar 3. 9 Mesh.....	32
Gambar 3. 10 Cawan Krusibel.....	32
Gambar 3. 11 Oven Heat Treatment	33
Gambar 3. 12 Plastik Klip.....	33
Gambar 3. 13 Timbangan Digital.....	34
Gambar 3. 14 Sendok.....	34
Gambar 3. 15 Galon	35

Gambar 3. 16 Gelas Beker	35
Gambar 3. 17 pH meter.....	36
Gambar 3. 18 TDS Meter.....	36
Gambar 3. 19 Kalibrasi pH meter	37
Gambar 3. 20 Kalibrasi TDS meter.....	37
Gambar 4. 1 Sampel hasil aktivasi.....	42
Gambar 4. 2 Kondisi pH awal dan pH akhir.....	43
Gambar 4. 3 Grafik Normality Test Kolmogorov-Smirnov.....	44
Gambar 4. 4 Surface plot antara suhu dan waktu	54
Gambar 4. 5 Surface plot interaksi Suhu dan Ukuran.....	54
Gambar 4. 6 Surface plot interaksi antara waktu penahan dan ukuran.....	55
Gambar 4. 7 Contour Plot interaksi Suhu dan Waktu	55
Gambar 4. 8 Contour Plot interaksi Suhu dan ukuran	56
Gambar 4. 9 Contour Plot interaksi Waktu penahan dan ukuran.....	57
Gambar 4. 10 TDS awal dan Akhir.....	58
Gambar 4. 11 Grafik Normality Test Kolmogorov-Smirnov by minitab.....	59
Gambar 4. 12 Surface plot antara suhu dan waktu	69
Gambar 4. 13 Surface plot interaksi Suhu dan Ukuran.....	69
Gambar 4. 14 Surface plot interaksi antara waktu penahan dan ukuran.....	70
Gambar 4. 15 Contour Plot interaksi Suhu dan Waktu	71
Gambar 4. 16 Contour Plot interaksi Suhu dan ukuran	71
Gambar 4. 17 Contour Plot interaksi Waktu penahan dan ukuran.....	72

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup.....	- 1 -
Lampiran 2 Perhitungan level Eksperiment.....	- 2 -
Lampiran 3 Pembuatan sampel	- 3 -
Lampiran 4 Proses Pengujian pH.....	- 5 -
Lampiran 5 Proses Pengujian TDS	- 7 -
Lampiran 6 Hasil Pengujian pH.....	- 9 -
Lampiran 7 Hasil Pengujian TDS	- 14 -
Lampiran 8 pH dan TDS Cangkang kerang sebelum aktivasi	- 19 -
Lampiran 9 Perhitungan Persamaan Second Order pH di Software Minitab ..	- 21 -
Lampiran 10 Perhitungan Persamaan Second Order TDS di Software Minitab	- 23 -
-	-
Lampiran 11 Spesifikasi pH meter	- 25 -
Lampiran 12 Spesifikasi TDS meter.....	- 26 -
Lampiran 13 Hasil Test XRF Sebelum Diaktivasi.....	- 27 -
Lampiran 14 Hasil Test XRF Setelah Diaktivasi	- 28 -
Lampiran 15 Tabel ukuran mesh (AZoM, 2002)	- 29 -
Lampiran 16 Nilai F-Tabel.....	- 30 -

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia mempunyai laut terbesar dan garis pantai terpanjang di dunia. Dengan total luas laut 5,8 km², Indonesia kaya akan flora dan fauna laut serta hasil dari laut yang melimpah. Bangka Belitung salah satu provinsi di Indonesia yang di kelilingi oleh lautan dan memiliki beberapa pulau di sekitarnya. Sebagai provinsi yang di kelilingi oleh lautan menyebabkan Bangka Belitung memiliki sumber daya laut yang berlimpah. Kerang merupakan salah satu hasil dari sumber daya perairan laut yang menjadi mata pencarian masyarakat, selain ikan dan udang (Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap 2010).

Salah satu hasil dari laut yang memiliki produksi yang cukup besar ialah kerang darah (*Anadara granosa*). Masyarakat pesisir yang berada di Bangka Barat mulai membudidayakan salah satu kerang yakni kerang darah (*Anadara granosa*) dengan jumlah produksi 445,13 ton per tahun (Aprionis ,2015). Di Kabupaten Bangka Tengah Desa Selan, menghasilkan 4 ton kerang (*Anadara granosa*) setiap hari, Kabupaten Bangka Barat di Desa Kundi dan Desa Belo Laut menghasilkan 150 dan 500 kg/hari di Pulau Lepar Pongok, Kabupaten Bangka Selatan (Tiandho et al. 2018) .

Banyak limbah padat berasal dari kerang sebagai hasil dari kapasitas produksi kerang darah yang relatif tinggi. Masyarakat di Bangka Belitung belajar meningkatkan nilai tambah dari cangkang kerang darah ini sebagai kerajinan tangan (Donatus Dasapurna Putranta ,2015). Cangkang kerang ini pertama kali digunakan oleh para peneliti sebagai bahan campuran untuk pakan ternak (Tri Winarni Agustini et al. 2011). Potensi limbah cangkang kerang ini, serta penggunaannya yang masih sedikit memunculkan konsep pemanfaatan baru yang dapat meningkatkan manfaat dari cangkang dalam upaya untuk mengurangi peningkatan limbah terhadap lingkungan.

Beberapa peneliti telah memanfaatkan cangkang kerang ini untuk melihat manfaat dan kegunaanya, menurut (Saraswati et al. 2023) komposisi kimia

penyusun cangkang kerang ini terdiri dari magnesium (Mg) (0,05%), natrium (Na) (0,9%) dan sisanya (CaCO_3) (98,7%). Kandungan yang melimpah dari CaCO_3 dalam cangkang kerang darah ini bisa dimanfaatkan sebagai bahan yang mampu menyerap zat-zat tertentu (adsorben) (Al Omari et al. 2016). CaCO_3 pada kerang ini memiliki pori berbentuk makro ataupun mikro dipermukaan cangkangnya sehingga bisa menyerap atau mengadsorpsi partikel yang berada di dekatnya.

Proses mengaktifkan adsorben berusaha memperbesar ukuran dan distribusi pori-pori, meningkatkan luas permukaannya, dan membuatnya lebih mudah bagi adsorbat untuk mengalir. Adsorben dapat diaktifkan menggunakan pendekatan aktivasi fisik atau metode aktivasi kimia. Hasil dari aktivasi fisika pada adsorbat pada cangkang kerang ini menghasilkan CaO yang tinggi, akibat konsentrasi CaO yang tinggi berpotensi menjadi adsorben dan bisa digunakan sebagai bahan adsorben untuk menyerap logam Cr (Retno et al. n.d.). CaO yang dihasilkan pada aktivasi ini memiliki beberapa keunggulan yaitu ramah terhadap lingkungan, tidak beracun dan mudah berinteraksi terhadap zat organik yang berada di sekitarnya. Selain itu CaO yang dihasilkan ini lebih efektif dibandingkan dengan tawas dalam penjernihan air (Afriani et al., n.d.).

Salah satu sumber air yang berada di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung tepatnya di belakang laboratorium material memiliki sumber air dengan pH yang rendah dan tidak sesuai dengan standar yang diizinkan untuk digunakan (Menteri Kesehatan Republik Indonesia 2010). Dalam penelitian ini peneliti menggunakan CaO hasil aktivasi fisika dari cangkang kerang untuk menstabilkan pH pada air sehingga layak digunakan sesuai standar yang diizinkan. Untuk melihat faktor yang paling berpengaruh terhadap nilai pH dan TDS yang optimum peneliti menggunakan metode statistik yaitu RSM (Douglas C. Montgomery 2020).

Meskipun sudah banyak para ahli yang membahas penelitian tentang adsorben pada cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) dan tentunya *riset* ini mempunyai beberapa kecocokan dengan *riset* terdahulu seperti variabel dan metode. Namun, penulis akan menegaskan sisi perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya. Pertama dari perbedaan dari suhu dan waktu aktivasi optimum metode fisika, bahwa belum ada yang meneliti lebih dalam dari suhu dan waktu aktivasi

optimum dari metode fisika. Kedua dari perbedaan variasi ukuran dari *powder* yang digunakan, bahwa belum terdapat yang mengamati lebih dalam lagi terhadap ukuran *powder*. Kemudian peneliti juga menentukan suhu optimum dan waktu aktivasi terhadap pengaplikasiannya terhadap peningkatan kualitas air, dilihat dari kemampuan adsorben dalam mempengaruhi pH air dan TDS air.

Berpijak dari permasalahan diatas, maka penulis akan spesifik meneliti tentang Optimasi Suhu, Waktu Dan Ukuran Aktivasi Limbah Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) Pada Proses Pembuatan Adsorben. Penulis akan lebih spesifik lagi dalam menentukan suhu dan waktu optimum suhu aktivasi dan diaplikasikan pada peningkatan kualitas air dengan memperhatikan variabel bebas yaitu suhu (°C), waktu penahan (menit), ukuran (mesh) terhadap perubahan nilai pH dan TDS.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah berdasarkan latar belakang antara lain:

1. Apakah pengaruh adsorben cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) terhadap perubahan nilai pH pada air?
2. Apakah pengaruh adsorben cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) terhadap perubahan nilai TDS pada air?
3. Bagaimana perbedaan antara cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) sebelum dan setelah diaktivasi?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini ialah :

1. Untuk mengetahui pengaruh adsorben cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) terhadap perubahan nilai pH pada air.
2. Untuk mengetahui pengaruh adsorben cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) terhadap perubahan nilai TDS pada air.
3. Untuk mengetahui perbedaan antara cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) sebelum dan setelah diaktivasi.

1.4. Batasan Masalah

Dalam *research* ini, penulis menentukan batasan masalah agar lebih fokus dan terarah sebagai berikut:

1. Material yang dipakai pada *riset* ini ialah cangkang kerang (*Anadara granosa*).
2. Pengujian yang dilakukan yaitu uji *X-Ray Fluorescence* (XRF), uji derajat keasamaan (pH), Uji Total Dissolve Solid (TDS).



BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Penelitian Terdahulu

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh (Rahmanila et al,2021) yang berjudul “Pemanfaatan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) Sebagai *Koagulan* Alami Dalam Menurunkan Kadar TSS Dan Kekeruhan”. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa penambahan cangkang hasil aktivasi fisika bisa menunjukkan terjadinya penurunan nilai *Total Suspended Solids* (TSS) pada air sumur. Dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa waktu pengendapan yang optimum yaitu 5 menit dan massa yang optimum yaitu sebesar 75 mg/l dalam proses adsorpsi.

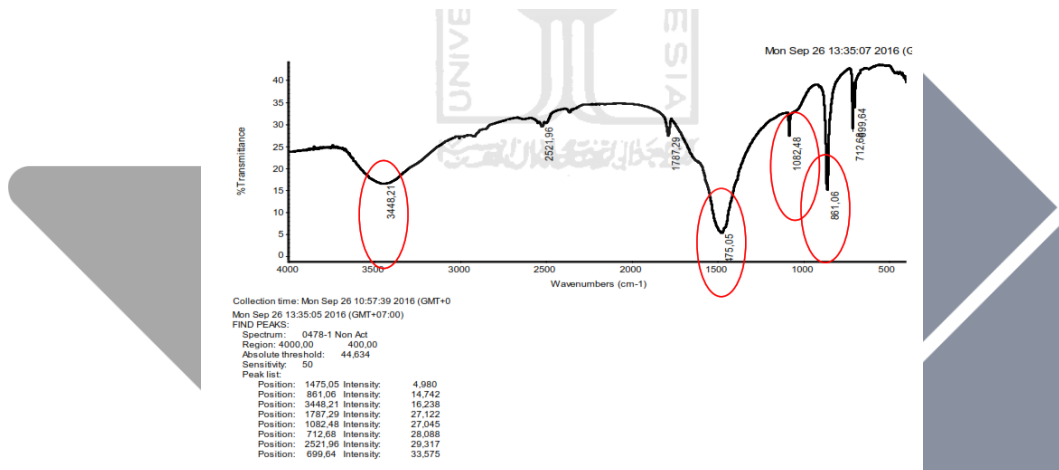
Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh (Rahimawat et al,2019) yang berjudul “Pengaruh Penambahan Massa Cangkang Darah (*Anadara granosa*) Teraktivasi Pada Peningkatan Kualitas Air Sumur Bor”. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa hasil dari aktivasi fisika menunjukkan terjadinya perubahan pH air dari asam menjadi netral disebabkan oleh sifat basa pada *powder* hasil aktivasi dan mengakibatkan air bisa digunakan untuk keperluan sehari hari sesuai standar baku yang telah ditetapkan. Hasil aktivasi fisika dari cangkang kerang darah menghasilkan CaO dari reaksi kimia yaitu $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$. Pada saat proses aktivasi fisika terjadinya perlepasan CO_2 pada karbon. CaO yang dihasilkan membawa sifat basa.

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh (Febri et al, 2016) yang berjudul “Studi Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) Sebagai Adsorben Pb^{2+} , Cu^{2+} , dan Zn^{2+} ”. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa waktu optimum yang diperlukan cangkang kerang darah dalam proses adsorpsi logam ialah 6 jam dengan suhu aktivasi 550°C .

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh (Sudarmawan et al, 2020) yang berjudul “Abu Cangkang Kerang *Anadara granosa*, Linnaeus 1758 (*Bivalvia: Arcidae*) sebagai Adsorben Logam Berat dalam Air Laut”. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa struktur CaO hasil aktivasi

cangkang kerang mengakibatkan terjadinya pertukaran ion yang dipengaruhi oleh luas permukaan.

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh (Afriani et al ,2020) yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Darah (*Anandara granosa*) Sebagai Bio-Koagulan Untuk Penjernih Air Tanah Terpolusi (Studi Kasus:Slindung)”. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa Penambahan CaCO_3 yang terkandung dalam kerang tidak berpengaruh signifikan dalam perubahan pH. Penambahan CaO hasil aktivasi dari CaCO_3 menunjukkan hasil yang signifikan sehingga bisa membuat air menjadi jernih.



Gambar 2. 1 Hasil pengujian FTIR cangkang kerang sebelum diaktivasi (Dwi Septiani 2016)

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh (Dwi Septiani ,2016) pada gambar 2.1 yaitu pada cangkang kerang darah sebelum dilakukan aktivasi terdapat gugus C=O dan OH pada $1082,48 \text{ cm}^{-1}$ yang dimana gugus tersebut dapat digunakan sebagai adsorben untuk menyerap logam. Berdasarkan hasil *Energy Dispersion Spectroscopy* (EDS) pada cangkang kerang yang telah diaktivasi terdapat unsur C sebesar 2,3% dan terjadinya penurunan kadar Ca dikarenakan unsur Ca berubah menjadi abu akibat proses pemanasan.

2.2.Kerang darah (*Anadara granosa*)

Kerang darah (*Anadara granosa*) adalah salah satu varietas kerang yang tersebar luas di Indonesia dan menjadi salah satu jenis kerang yang sangat diminati

masyarakat. Menurut Winarso Kasi, Kepala Dinas Kelautan dan Perikanan (DKP) Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, kerang darah (*Anadara granosa*) sangat melimpah di negara ini, dan hanya di Bangka Barat saja yang membudidayakannya, dengan produksi per tahun mencapai 445,13 ton (Donatus Dasapurna Putranta, 2015).

Kerang darah dibedakan dari cangkangnya yang berbentuk elips, tebal, dan memiliki cangkang yang sama di kedua sisinya. Periostracum kuning yang menutupi cangkang putih berwarna coklat tua hingga hitam. Kerang dewasa memiliki panjang rata-rata 6-9 cm (Silfia Eka Dewi et al, 2018). Cangkang kerang darah dapat menutup dengan cara mengencangkan otot aduktor.

Kerang darah digunakan masyarakat sebagai makanan dikarenakan tinggi dengan protein, cangkangnya sering berakhir di tempat pembuangan sampah, berkontribusi secara signifikan terhadap limbah makanan. Hal ini dapat menyebabkan limbah yang cukup besar. Tidak banyak cara untuk memanfaatkan cangkang kerang darah kecuali untuk membuat souvenir dan kapur sirih. Pada saat ini, satu-satunya aplikasi nyata untuk kerang darah adalah sebagai sumber makanan, baik segar atau diawetkan dengan penggaraman dan pengasinan.

Kerang darah secara umum ditemukan di air payau dengan salinitas antara 5 hingga 30 persen, seperti di muara sungai atau habitat bakau (Dwi Sephtiani, 2016). Mereka hidup dengan merayap di bawah tepi lumpur di perairan dangkal, dan mereka sering ditemukan di pantai berpasir dan tanah berlumpur, pada kedalaman antara sepuluh hingga tiga puluh meter. Spesies ini telah tersebar di seluruh wilayah Indo-Pasifik, dari Afrika hingga Australia, Polinesia, dan Jepang.



Gambar 2. 2 Kerang Darah (Handra Hafisko et al, 2014)

2.2.1 Morfologi Kerang darah

(Suwignyo et al. 2005) dalam (Rahmanila Nur Zahra et al. 2021) menyatakan struktur penyusun dari cangkang kerang darah ini terdiri dari tiga lapisan, yaitu lapisan periostrakum yang berfungsi sebagai perisai dan terbuat dari kalsium karbonat (CaCO_3), lapisan perismatik yang juga dikenal sebagai lapisan palisade dan nacreas dan dikenal sebagai lapisan hipostrakum, yang terletak di bagian terdalam dari cangkang dan merupakan tempat melekatnya mutiara.

Cangkang kerang darah (*Anandara granosa*) memiliki tubuh tebal, kasar, bulat dan simetris, tidak ditutupi rambut, dan bergerigi di bagian ujungnya. Cangkang ini membuka dan menutup akibat aktivitas otot yang dimilikinya. Cangkang kerang (*Anandara granosa*) memiliki garis-garis yang berwarna di bagian luar dan dalam cangkang yang berwarna putih mengkilap dan memiliki daging yang berwarna kemerahan. Kerang darah (*Anandara granosa*) dewasa berukuran antara 6 sampai 9 cm (Nurjanah, Zulhamsyah et al ,2005).

2.2.2 Kandungan cangkang kerang

(Saraswati et al. 2023) menyatakan komposisi penyusun cangkang kerang darah ini terdiri dari magnesium (Mg) (0,05%), natrium (Na) (0,9%) dan kalsium karbonat (CaCO_3) (98,7%). Dari tingginya kandungan CaCO_3 pada cangkang kerang bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku adsorben. Komposisi penyusun dari CaCO_3 ini terdiri dari Ca (40,4%), C (12%), dan O (47,96%) (Al Omari et al. 2016).

Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh (No et al. 2003) dalam (Dwi Sephtiani 2016) , zat kimia yang ditemukan pada cangkang kerang antara lain kalsium fosfat, kalsium karbonat, kitin, kalsium karbonat dan kalsium hidrosiapatit. Mayoritas cangkang kerang mengandung kitin, yang merupakan polimer alami yang memiliki banyak kegunaan. Kitin yang terkandung didalam cangkang kerang juga dapat ditemukan dalam mineral lain, seperti kalsium fosfat dan kalsium karbonat. Kitin dapat digunakan dalam berbagai macam aplikasi, termasuk sebagai zat pengkelat dan adsorben.

2.3.Adsorpsi

2.3.1 Pengertian Adsorpsi

(Giyatmi et al, 2008) menyatakan Adsorpsi ialah proses penggumpalan senyawa terlarut dalam larutan yang disebabkan oleh permukaan zat penyerap. Hal ini menyebabkan material masuk dan berkumpul dalam zat penyerap. Adsorpsi dianggap sebagai semacam pengendapan kimia. Karena kedua hal ini sering terjadi secara bersamaan dalam proses yang sama, beberapa orang menyebutnya sebagai "penyerapan". Adsorpsi melibatkan Adsorben (menyerap) dan Adsorbat (diserap).

Adsorben adalah bahan padat yang mampu menyerap komponen tertentu dari fase fluida. Adsorben dapat ditemukan di berbagai industri. Proses adsorpsi sering terjadi di dalam pori-pori bahan penyerap itu sendiri atau di area tertentu lainnya di dalam partikel. Karena pori-pori di dalam adsorben sering kali berukuran kecil, luas permukaan bagian dalam akhirnya menjadi jauh lebih besar daripada luas permukaan bagian luar adsorben. Pemisahan bisa terjadi karena perbedaan dalam berat molekul atau polaritas, yang mengakibatkan molekul tertentu melekat pada permukaan dengan kekuatan yang berbeda dari yang lain (Widi Astuti 2018).

2.3.2 Mekanisme adsorpsi

Adsorpsi terjadi ketika molekul padatan, gas, atau cairan bersentuhan dengan molekul adsorbat, menciptakan gaya kohesif, dan gaya ikatan hidrogen. Gaya yang tidak seimbang mengubah konsentrasi molekul antarmuka padat/cairan. Adsorbat adalah molekul fluida yang menempel pada permukaan adsorben, sedangkan molekul adsorpsi tidak. Reaksi kimia dan fisika menyebabkan molekul meninggalkan larutan dan terhubung ke adsorben. Adsorpsi tergantung pada zat, molekul, konsentrasi, suhu, dan lain (Ratna Khairunisa ,2008).

2.3.3 Jenis Adsorpsi

(Cahyono et al,2010) Adsorpsi dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu adsorpsi fisik dan adsorpsi kimiawi, tergantung pada sifat kontak antara kedua zat tersebut.

1. Adsorpsi fisika terjadi saat gaya tarik-menarik antara molekul adsorbat dan permukaan adsorben cukup lemah atau ketika gaya interaksi antarmolekul

antara keduanya lebih kuat daripada gaya antarmolekul yang lain. Gaya ini, yang disebut *gaya Van der Waals*, memungkinkan perpindahan adsorbat dari satu area permukaan adsorben ke area lainnya. Sementara gaya antar molekul adalah tarikan antara molekul cairan dan permukaan padat, gaya tersebut juga merupakan tarikan antara molekul cairan itu sendiri dan dikenal sebagai interaksi antarmolekul.

2. Berbeda dengan penyerapan fisik, yang biasanya hanya mencakup satu lapisan ikatan adsorbat, adsorpsi kimiawi merupakan jenis penyerapan yang lebih selektif dan membutuhkan tekanan yang jauh lebih besar. Biasanya, bahan yang mengalami adsorpsi membentuk lapisan pada permukaan dalam bentuk molekul yang tidak dapat bergerak bebas dari satu permukaan ke permukaan lainnya. Dampaknya adalah terbentuknya lapisan di permukaan adsorben yang memiliki sifat kimiawi berbeda karena adanya reaksi antara adsorbat dan adsorben. Bahan yang teradsorpsi membentuk lapisan ini di permukaan adsorben.

2.3.4 Faktor-faktor adsorpsi

(Pohan H et al,1987) dalam (Dwi Ngandayani,2011) menyatakan ada beberapa variabel yang dapat mempengaruhi laju adsorpsi dan kuantitas adsorbat. Faktor yang mempengaruhi adsorpsi antara lain:

1) Pengadukan

Tergantung pada seberapa banyak larutan diaduk, baik difusi film maupun difusi pori menentukan laju adsorpsi.

2) Karakteristik adsorben

Sebagai adsorben, ukuran partikel dan luas permukaan adalah kualitas yang sangat penting. Laju adsorpsi karbon bergantung pada ukuran partikel, meningkat seiring dengan berkurangnya ukuran partikel. Oleh karena itu, *Powder Activated Carbon* (PAC) lebih efisien daripada *Granular Activated Carbon* (GAC). Karbon aktif serbuk (PAC) lebih efisien daripada karbon aktif butiran (GAC). Luas permukaan merupakan faktor dalam menentukan kemampuan adsorpsi karbon secara keseluruhan.

3) pH

Laju adsorpsi secara signifikan dipengaruhi oleh nilai pH. Hal ini karena ion hidrogen dapat teradsorpsi dengan kuat, dan ionisasi ion hidrogen di antara larutan kimia dapat dipengaruhi oleh pH larutan. Ketika pH lingkungan sekitar rendah, lebih banyak senyawa organik asam yang teradsorpsi, dan ketika pH tinggi, lebih banyak senyawa organik basa yang teradsorpsi. Hal ini disebabkan oleh kompetisi antara ion H^+ dan ion hidrogen untuk situs pertukaran kation. Karena penurunan kompetisi antara ion H^+ dan logam pada pH tinggi (konsentrasi ion H^+), jumlah logam yang teradsorpsi lebih tinggi pada pH tinggi dibandingkan pada pH rendah.

4) Temperatur

Temperatur sangat berperan penting dalam proses adsorpsi, kecepatan dalam proses adsorpsi akan meningkat jika berada pada temperatur rendah dan apabila berada di suhu yang tinggi kecepatan adsorpsi akan menurun.

5) Ukuran molekul dari Adsorbat

Ukuran molekul pada adsorbat sangat berpengaruh dalam proses adsorpsi. Hal ini dijelaskan oleh fakta bahwa daya tarik menarik antara karbon dan molekul meningkat ketika ukuran molekul mendekati ukuran pori karbon. Ketika ukuran molekul mendekati ukuran pori karbon, nilainya meningkat. Akibatnya, laju adsorpsi maksimum terjadi ketika pori karbon cukup besar untuk memungkinkan molekul melewatinya.

2.4. Aktivasi

(Mars et al, 2006) dalam (Dwi Sephtiani 2016) menyatakan Aktivasi ialah langkah dalam produksi adsorben yang mencoba memperbesar luas permukaan adsorben, serta meningkatkan ukuran dan distribusi pori-pori di dalam adsorben, sehingga adsorbat dapat lebih mudah bergerak melalui material. Permukaan adsorben yang dapat diakses oleh adsorbat dan dapat dilalui oleh adsorbat. Metode aktivasi fisika dan metode kimia merupakan contoh cara yang dapat digunakan dalam proses aktivasi adsorben. Kedua pendekatan ini dijelaskan lebih lanjut di bawah ini;

a) Aktivasi Fisika

Proses aktivasi yang dikenal sebagai aktivasi fisik terjadi dengan adanya gas pengoksidasi seperti udara pada temperatur rendah, uap, CO₂, atau aliran gas pada temperatur tinggi. Adapun proses suhu yang terjadi pada aktivasi cangkang kerang darah sebagai berikut (Dwi Sephtiani 2016);

1. Suhu aktivasi 100-270 °C terjadinya proses penguapan air sampai suhu 270 °C.
2. Suhu aktivasi 270-310 °C terjadinya reaksi eksotermik yaitu penguraian gas CO dan CO₂.
3. Suhu aktivasi 310-500°C terjadinya proses penurunan gas yaitu CO₂, peningkatan gas antara lain H₂, CO, dan CH₄ dan terjadinya penurunan zat-zat organik.
4. Suhu aktivasi 500-1000°C ialah tahapan dalam pemurnian kadar karbon yang terjadi secara konstan.

b) Aktivasi kimia

Aktivasi kimia ialah proses yang melibatkan bahan kimia dalam proses aktivasi, bahan kimia yang digunakan berupa bahan kimia yang bersifat asam. Bahan dasar adsorben terlebih dahulu direndam di dalam bahan kimia dengan tujuan untuk menghilangkan zat organik ,kemudian dilanjutkan dengan proses karbonisasi pada suhu aktivasi fisika. Setelah proses karbonisasi, bahan didinginkan dan dicuci kembali menggunakan bahan kimia.

2.4.1. Waktu Aktivasi

Menurut (Marsh et al ,2006), semakin lama proses aktivasi berlangsung, akan mengakibatkan peningkatan dalam luas permukaan dan dimensi pori. Demikian juga, ketika suhu karbonisasi naik, pori-pori dapat mengalami peningkatan diameter karena adanya kerusakan pada dinding pori yang awalnya kecil, menghasilkan pori yang lebih besar. Berdasarkan hasil penelitian (Satriyani et al ,2013) kadar abu yang diperoleh semakin meningkat seiring dengan bertambahnya suhu waktu aktivasi dengan kadar abu 32,6 % sebesar 41,3% dan untuk waktu optimal dari penelitian ini yaitu 120 menit.

2.5. Proses Pengayakan

Pengayakan merupakan teknik pemisahan material berdasarkan ukurannya menggunakan ayakan sebagai alat. Proses ini bertujuan untuk mengelompokkan partikel berdasarkan ukuran. Terdapat dua skala yang digunakan untuk mengelompokkan ukuran partikel, yaitu Seri *US Sieve* dan *Tyler Equivalent*, yang sering disebut sebagai *Tyler Mesh Size* atau *Tyler Standard Sieve Series* (AZoM 2002). Untuk tabel ukuran partikel secara lengkap bisa dilihat di lampiran 6.

Tabel 2. 1 Skala Ukuran Partikel (AZoM 2002)

US Sieve Size	Tyler Equivalent	Opening	
		mm	In
No.100	100 Mesh	0.149	0.0059
No. 140	150 Mesh	0.105	0.0041
No. 200	200 Mesh	0.074	0.0029

Dalam penentuan ukuran menggunakan proses ayakan menggunakan mesh semakin besar ukuran mesh maka akan semakin halus material dan makin luas permukaan partikel. Semakin kecil ukuran partikel akan memiliki nilai perbandingan antara luas permukaan dan volume yang lebih besar dibandingkan partikel sejenis yang memiliki ukuran besar. Seperti ukuran mesh 100 memiliki ukuran partikel 0,149 mm tidak melebihi ukuran partikel pada mesh 150 (Donna et al,2019).

2.6. Parameter kualitas air

Pemilihan parameter memainkan peran penting dalam penilaian kualitas air minum, karena hal ini memastikan bahwa air memenuhi kriteria yang diperlukan yakni tanpa rasa, aroma dan warna untuk dapat dianggap berkualitas tinggi. Parameter kimia yang dipertimbangkan dalam penelitian ini adalah pH air, yang diklasifikasikan sebagai parameter kimia organik dan parameter fisika meliputi total padatan terlarut (TDS).

Berdasarkan (Mentri Kesehatan Republik Indonesia 2010) menyatakan bahwa kadar kualitas air minum yang diperbolehkan untuk parameter pH yaitu 6,5-8,5 dan untuk parameter TDS maksimum adalah 500 mg/L.

2.6.1. TDS

TDS yang merupakan singkatan dari "*Total Dissolve Solid*", adalah pengukuran jumlah zat terlarut yang mencakup komponen organik maupun anorganik, seperti garam dan beberapa ion yang berupa magnesium, kalsium, kalium, karbonat, nitrat, bikarbonat dan klorida. Kuantitas zat terlarut ditunjukkan oleh pengukur TDS dalam bagian per juta (PPM), yang setara dengan miligram/Liter.

Kegunaan TDS secara umum untuk menentukan kualitas cairan yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti irigasi, pemeliharaan akuarium dan kolam renang, proses kimia, dan produksi air mineral, dan lain-lain. Penggunaan dalam kehidupan sehari-hari dengan tujuan untuk menentukan jenis air minum yang sehat dikonsumsi manusia jenis air mana yang cocok untuk digunakan sebagai air murni dalam proses kimiawi (seperti produksi kosmetik, obat-obatan, makanan, dan lain-lain) (Riyanda Agustira et al ,2013).

2.6.2. TDS meter

TDS meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur konsentrasi partikel padat terlarut yang ada dalam air minum, yang tidak terlihat oleh mata manusia. Partikel mikroskopis terdapat dalam air minum, yang tidak terlihat oleh mata manusia. Konstituen yang berpotensi terlarut dalam air minum termasuk unsur logam seperti besi, aluminium, tembaga, mangan, seng, dan beberapa lainnya. Selain itu, selain partikel padat yang disebutkan di atas, ada kemungkinan adanya partikel tidak padat yang terlarut, seperti mikroorganisme. Tampilan digital akan mengindikasikan keberadaan partikel padat dan tidak padat yang telah terlarut dalam air. Khususnya, partikel padat yang terlarut dalam air akan diwakili secara visual pada tampilan digital. Istilah "fungsi" mengacu pada konsep matematika yang menggambarkan hubungan antara dua set TDS Meter digunakan untuk menilai komposisi berbagai cairan, termasuk yang digunakan dalam irigasi, pemeliharaan air akuarium, produksi air mineral, air osmosis balik, baterai air, air limbah, air sadah, budidaya hidroponik, koloid perak, proses kimiawi, penyulingan air di kolam renang. Selain itu, ini berfungsi untuk mengidentifikasi air minum yang aman untuk dikonsumsi manusia dan mengevaluasi kualitas air murni.



Gambar 2. 3 TDS Meter

2.6.3. Cara penggunaan TDS meter

Saat menganalisis sampel air, menggunakan pengukur TDS memudahkan untuk menentukan apa yang telah larut dalam cairan. Langkah awal Tempatkan sampel air yang akan diuji dalam wadah yang sesuai. Pengukur TDS kemudian harus benar-benar terendam pada bagian elektroda TDS di dalam cairan. Selain itu, pengukur ini akan membaca statistik yang telah diperbarui dari layar. Dianjurkan untuk menunggu sekitar dua hingga tiga menit terlebih dahulu sebelum nilai digital menjadi stabil (MUHAMMAD FADEL S et al, 2018). Selain itu langkah penting dalam menggunakan TDS yaitu dengan melakukan kalibrasi alat menggunakan cairan kalibrasi TDS, dengan tujuan yaitu untuk mencapai akurasi dan untuk menghindari penyimpangan pengukuran dari alat yang digunakan.

2.6.4. pH

Potential of hydrogen atau yang dikenal dengan pH yaitu indikator untuk menyatakan suatu larutan, zat atau benda bersifat asam atau basa. pH suatu larutan atau zat dinyatakan sebagai asam jika memiliki nilai $\text{pH} < 7$ sementara jika nilai $\text{pH} > 7$ menunjukkan bahwa larutan atau zat memiliki sifat basa dan untuk pH normal memiliki nilai pH 7. Dalam kehidupan sehari-hari pH digunakan dalam penentuan kualitas suatu zat atau larutan, dan pH juga sering digunakan untuk mengetahui pencemaran lingkungan dari limbah produksi industri.

Faktor faktor yang berpengaruh terhadap perubahan nilai pH (Hyprowira 2020);

1. Konsentrasi CO_2 dalam Air

Kehadiran karbon dioksida (CO_2) yang larut dalam air menjadi faktor penentu dalam perubahan pH. Ini disebabkan oleh karbon dioksida yang memicu peningkatan konsentrasi ion hidrogen, yang pada gilirannya mengakibatkan penurunan pH air. Dengan kata lain, ketika tingkat karbon dioksida tinggi, pH air secara otomatis menjadi asam. Sumber karbon dioksida ini dapat berasal dari polusi atmosfer dan udara sekitar yang mencemari air.

Selain polusi, karbon dioksida juga dihasilkan dari proses pernapasan tumbuhan yang terjadi pada malam hari, di mana terjadi pelepasan besar-besaran karbon dioksida. Hal ini menyebabkan pH air menjadi lebih rendah dari tingkat netral. Pada siang hari, ketika tumbuhan melakukan fotosintesis dan menghasilkan oksigen, pH air cenderung meningkat.

2. Temperatur

Suhu lingkungan di sekitar air memiliki dampak pada kemampuan larut karbon dioksida dalam air. Saat air menerima paparan intensitas panas dari sinar matahari, suhu permukaannya akan meningkat. Dengan kenaikan suhu permukaan air, kelarutan karbon dioksida dalam air akan menurun, mengakibatkan peningkatan pH sehingga air menjadi basa.

Sebaliknya, pada saat suhu menurun, termasuk temperatur lingkungan yang turun, suhu permukaan air juga ikut menurun. Akibatnya, kelarutan karbon dioksida dalam air secara otomatis meningkat. Akibatnya, ketika suhu rendah, pH air akan menurun sehingga air menjadi asam.

3. Konsentrasi Karbonat dan Bikarbonat

Faktor yang memiliki dampak pada pH adalah keberadaan ion karbonat dan bikarbonat, yang tergolong sebagai substansi basa. Tingkat konsentrasi ion karbonat dan bikarbonat yang tinggi dalam air dapat secara signifikan mengubah pH-nya. Awalnya, jika air memiliki pH netral, kehadiran ion karbonat dan bikarbonat yang tinggi dapat mengubahnya menjadi basa.

Sebaliknya, jika air pada awalnya bersifat asam, penambahan ion karbonat dan bikarbonat dapat mengubahnya menjadi netral. Transformasi air dari keadaan asam ke basa karena keberadaan ion karbonat dan bikarbonat ini sering terjadi pada air

yang mengalir melalui batuan karbonat yang mengandung kalsium, seperti yang terlihat pada air yang mengalir keluar dari mulut gua.

4. Proses Dekomposisi Bahan Organik

Dekomposisi terjadi ketika materi organik dan makhluk hidup membusuk di dalam air. Kandungan karbon dalam bahan organik dan makhluk hidup menyebabkan pelepasan karbon ke dalam air saat dekomposisi. Namun, karena sifat tidak stabil senyawa organik, yang masuk ke air adalah karbon dioksida dan air.

Karbon dioksida yang masuk ke dalam air memengaruhi tingkat pH-nya. Air yang semula netral dapat menjadi asam karena peningkatan karbon anorganik yang larut, yang meningkatkan jumlah ion hidrogen dan menyebabkan penurunan pH. Saat bekerja di laboratorium atau industri, disarankan untuk menghindari paparan air terhadap bahan organik karena dapat mengubah pH air.

Secara sederhana dalam mengukur pH yaitu dengan menggunakan kertas lakmus yaitu dengan melihat perubahan warna yang terjadi pada kertas, jika warna kertas berubah menjadi merah menunjukkan nilai keasamaan yang tinggi sementara itu apabila kertas berubah menjadi biru menunjukkan nilai keasamaan yang rendah. Selain kertas lakmus pH juga bisa diukur menggunakan pH meter yang menggunakan prinsip konduktivitas/elektrolit. pH meter lebih unggul dalam mengukur derajat keasamaan dikarenakan pH meter langsung menampilkan nilai yang dihasilkan dengan cepat.

2.6.5. pH meter

pH meter adalah alat yang sangat akurat untuk mengukur keasaman atau alkalinitas larutan berbasis air dengan mengukur pergerakan ion hidrogen. Instrumen ini juga dikenal sebagai "pengukur pH potensiometri" karena mendeteksi perbedaan potensial antara elektroda pH dan elektroda referensi. Keasaman atau pH suspensi terkait dengan potensi listriknya. Pengukur ini memiliki beberapa aplikasi di laboratorium, jaminan kualitas, dan lainnya. Istilah "pH" berasal dari huruf Yunani "p", yang merupakan singkatan dari logaritma negatif, dan simbol kimia "H", yang merupakan singkatan dari hidrogen. Keasaman atau alkalinitas suatu

larutan diukur dalam hal pH-nya. Rentang nilai pH dapat berkisar antara 0 hingga 14. $pH = -\log(H^+)$ (Al-Kinani et al., 2023).

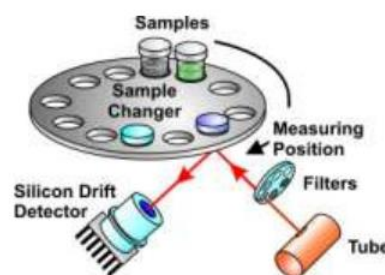


Gambar 2. 4 pH meter (Al-Kinani et al. 2023)

2.7. Pengujian kandungan

2.7.1. *X-Ray Fluorescence (XRF)*

XRF adalah salah satu jenis teknik analisis yang digunakan untuk menentukan susunan unsur dari sampel atau zat tertentu. Selain itu XRF merupakan salah satu pengujian yang tidak merusak unsur yang membangun suatu material. Prinsip kerja dalam analisis *X-Ray Fluorescence (XRF)* adalah interaksi sinar-X dari suatu sumber dengan atom-atom pada permukaan sampel. Serbuk, padatan, dan mineral dapat diukur secara subyektif, semi-kuantitatif, dan kuantitatif untuk setiap elemen dalam tabel periodik dari berilium hingga uranium (Munasir et al. 2012).



Gambar 2. 5 Prinsip XRF (Munasir et al. 2012)

2.8. Rancangan *Response Surface* dan Analisis

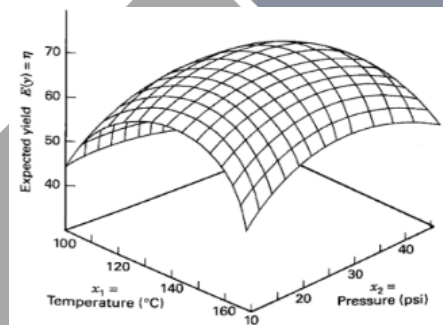
2.8.1. *Response Surface Methodology*

Berdasarkan buku (Douglas C. Montgomery 2020) *Response Surface Methodology* atau yang kita kenal dengan sebutan RSM adalah teknik untuk

menganalisis pengaruh variabel independen terhadap variabel respons dengan tujuan mencapai respons terbaik. Sebagai contoh dengan mencari nilai optimal dari masing-masing variabel independen yaitu *Temperature* (x_1) dan *Pressure* (x_2) untuk mencapai hasil optimal dari suatu respon. Respon yang diperoleh dituliskan ke persamaan (2.1) sesuai dengan urutan variabel independen.

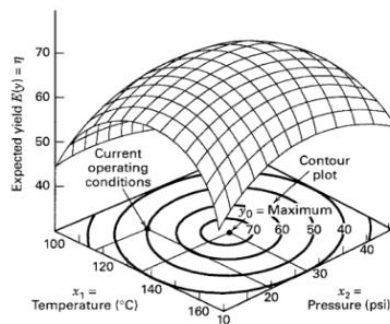
$$y = f(x_1, x_2) + \varepsilon \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan ε adalah kegalatan dalam respon. Untuk menjelaskan respon optimal yaitu $E(y) = f(x_1, x_2) = \eta$, maka $\eta = f(x_1, x_2)$ disebut dengan permukaan yang mewakili sebuah *surface* (permukaan) respon. Permukaan respons ditunjukkan pada Gambar 2.6 .



Gambar 2. 6 Grafik Permukaan Respon (*Response Surface*) (Douglas C. Montgomery 2020)

Untuk memvisualisasikan geometri permukaan respon dengan baik, kita biasanya menggambarkan kontur permukaan respon seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.6 . Dengan menggunakan bidang x_1, x_2 , plot kontur dibuat dengan menggambar garis-garis respon kontinu. Permukaan respons dibagi menjadi beberapa kontur, dengan setiap kontur mewakili ketinggian yang berbeda.



Gambar 2. 7 Plot kontur (*Contour Plot*) (Douglas C. Montgomery 2020)

Bentuk interaksi antara respon (y) dan variabel bebas (x) biasanya tidak ditemukan dalam sebagian besar masalah RSM. Oleh karena itu, menentukan perkiraan yang tepat untuk hubungan fungsional yang sebenarnya antara respon (y) dan variabel independen adalah tahap awal dalam RSM. Biasanya, polinomial orde pertama digunakan di wilayah tertentu dari variabel independen (x). Model orde pertama merupakan sebuah metode yang digunakan ketika hubungan antara respons (y) dan variabel independen (x) dapat dijelaskan dengan fungsi linier. Persamaan untuk model orde pertama dapat dinyatakan sebagai persamaan (2.2) (Douglas C. Montgomery 2020).

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_kx_k + \varepsilon_i \dots\dots\dots (2.2)$$

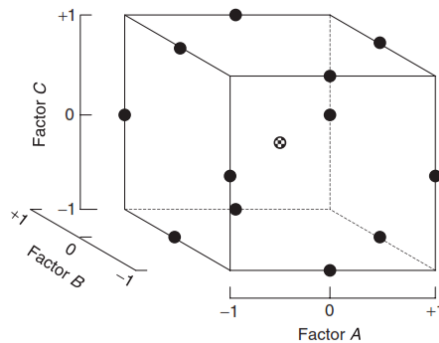
Persamaan untuk orde kedua dapat ditemukan dalam persamaan 2.3 yang menunjukkan penggunaannya ketika hubungan antara respons (y) dan variabel bebas (x) merupakan bentuk kuadrat (Douglas C. Montgomery 2020).

$$\hat{y} = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} x_{ii}^2 + \dots + \sum_{i < j} \beta_{ij} x_i x_j + \varepsilon_i \dots\dots\dots (2.3)$$

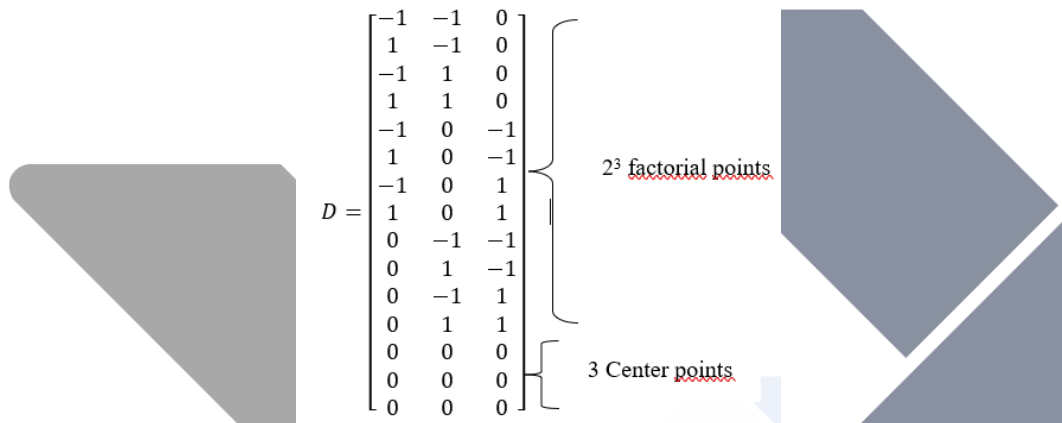
Tanpa menggunakan pendekatan ini, melakukan uji coba berulang kali dalam sebuah penelitian menjadi keharusan, yang mengakibatkan biaya finansial dan waktu yang signifikan, sehingga menjadi tidak efektif dan efisien.. Dari keuntungan tersebut ada hal yang harus diperhatikan dalam menggunakan metode ini yaitu bentuk persamaannya menggunakan fungsi berorde satu atau fungsi berorde dua. Untuk fungsi response surface berorde satu, rancangannya cukup menggunakan 2^k faktorial dimana setiap perlakuan memiliki dua level perlakuan. Sedangkan untuk fungsi response surface berorde dua berkebalikan dengan orde yaitu unit percobaannya lebih banyak. *Central Composite Design* (CCD) dan *Box-Behnken Design* (BBD) merupakan pilihan yang dapat digunakan jika menggunakan persamaan response berorde dua (Widya Utami Syafaat 2016).

2.8.2. Box-behnken Design (BBD)

Box-behnken design merupakan fungsi berorde dua yang memiliki tiga tingkat design factorial. *Box-behnken design* ini digunakan untuk membatasi jumlah sampel dalam penelitian. Pada *Box-behnken design* minimal memiliki 3 variabel independen untuk melakukan penelitian.



Gambar 2. 8 Box Behnken Design Untuk 3 Faktor



Gambar 2. 9 Matriks Rancangan BBD 3 Faktor (2020)

Tidak adanya axial pada *box-behnken* merupakan salah satu perbedaan utama antara CCD dan BBD. Tidak adanya aksial/star run membuat *box-behnken* menjadi lebih efisien dalam desain, karena hanya membutuhkan lebih sedikit unit eksperimen. *Box Behnken* dibuat dengan menggabungkan 2^k dengan *incomplete design* dengan menambahkan center run ke dalam rancangannya.

2.8.3. Analisa Persamaan *Second-Order*

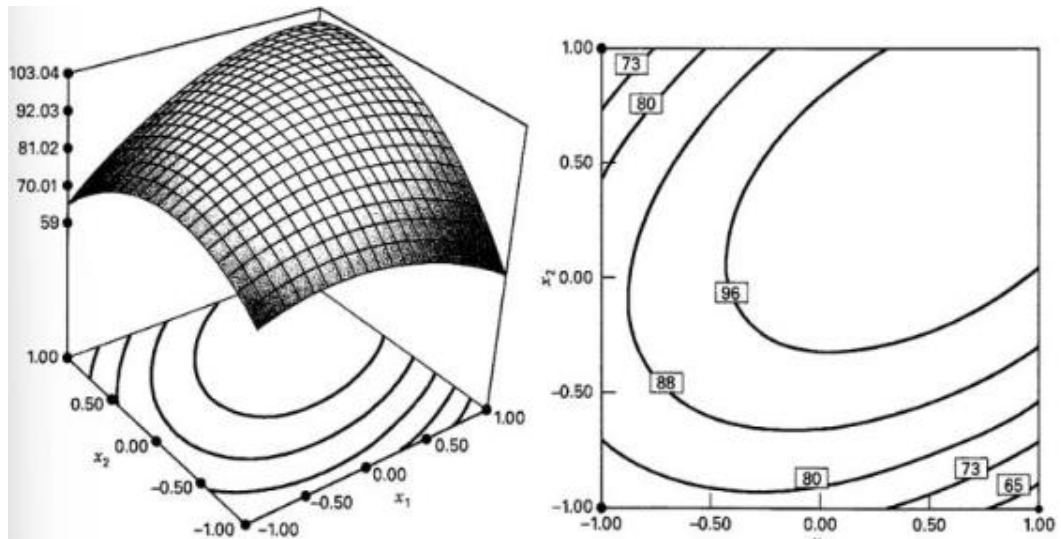
Dalam penghitungan orde kedua (*second-order*), estimasi nilai *respons* (y) menggunakan metode regresi diperlihatkan dalam persamaan 2.4.

$$\beta = (X^T X)^{-1} X^T y \dots\dots\dots (2.4)$$

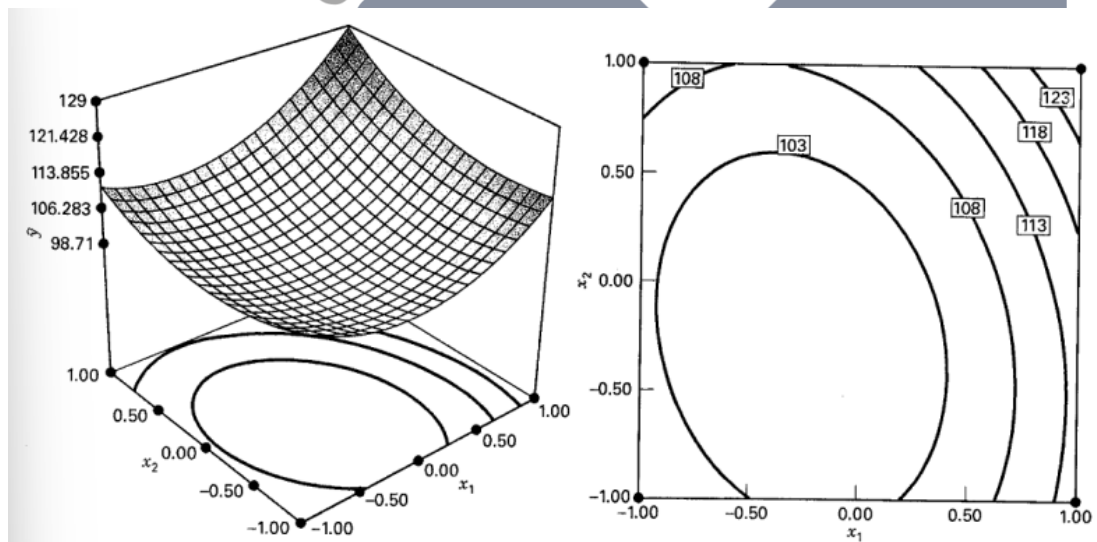
Setelah mendapatkan persamaan orde kedua menggunakan pendekatan regresi, langkah berikutnya adalah mengetahui kondisi optimal dan sifat-sifat karakteristik dari permukaan *respons*. (Douglas C. Montgomery 2020).

2.8.4. Lokasi Titik Stasioner (*Stationary Point*)

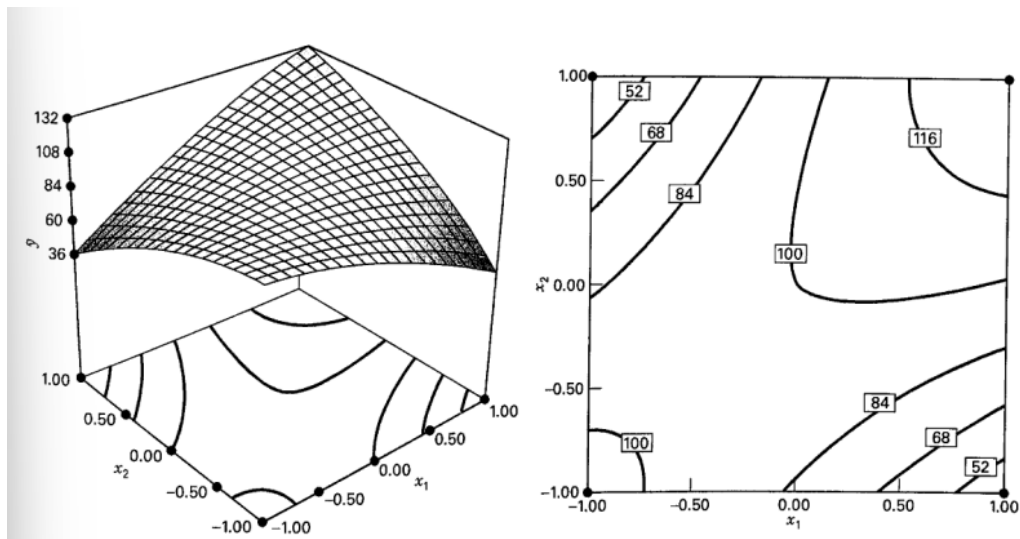
Stationary Point, juga dikenal sebagai titik stasioner digunakan untuk menentukan titik optimal dari variabel bebas (x), sehingga titik-titik ini dapat mengoptimalkan respon Montgomery (2020). Titik stasioner dapat berupa titik respon minimum, titik maksimum, atau *saddle point*.



Gambar 2. 10 Respon Permukaan dan Plot Kontur pada titik maksimum
(Douglas C. Montgomery 2020)



Gambar 2. 11 Respon Permukaan dan plot kontur pada titik minimum
(Douglas C. Montgomery 2020)



Gambar 2. 12 Respon permukaan dan plot kontur pada *saddle point*
(Douglas C. Montgomery 2020)

Persamaan yang digunakan untuk menemukan titik stasioner bisa direpresentasikan dalam bentuk matriks, seperti yang berikut ini.:

$$X_0 = -\frac{1}{2}B^{-1}b \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan:

$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_k \end{bmatrix} \quad b = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \\ \vdots \\ \hat{\beta}_k \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_{11} & \frac{1}{2}(\hat{\beta}_{12}) & \dots & \frac{1}{2}(\hat{\beta}_{1k}) \\ & \hat{\beta}_{22} & \dots & \frac{1}{2}(\hat{\beta}_{2k}) \\ & & \dots & \dots \\ \text{[sym]} & & & \hat{\beta}_{kk} \end{bmatrix}$$

Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan nilai optimal dari variabel independen berdasarkan titik stasioner (X_0) adalah sebagai berikut (Douglas C. Montgomery 2020) :

$$X_i = \frac{\text{Variabel bebas}-\text{Center Point (Cp)}}{\frac{1}{2}(\text{maksimum}-\text{minimum})} \dots\dots\dots (2.6)$$

Persamaan yang digunakan untuk menemukan prediksi nilai respon dari *stationary point* sebagai berikut (Douglas C. Montgomery 2020):

$$\hat{y}_0 = \hat{\beta}_0 + \frac{1}{2}x'_0 b \dots\dots\dots (2.7)$$

2.8.5. Analisis Kanonikal

Analisis kanonikal digunakan untuk membedakan antara titik minimum, maksimum, dan sadel setelah titik stasioner diperoleh. Berikut merupakan persamaan untuk menentukan model bentuk kanonikal yang dihasilkan (Douglas C. Montgomery 2020).

$$\hat{y} = \hat{y}_0 + \lambda_1 \omega_1^2 + \lambda_2 \omega_2^2 + \dots + \lambda_k \omega_k^2 \dots\dots\dots (2.8)$$

Menurut (Douglas C. Montgomery 2020) untuk mengevaluasi bentuk permukaan respons berdasarkan nilai λ_i , jika semua nilai λ_i memiliki tanda negatif, maka X_0 adalah titik maksimum. Sebaliknya, jika semua λ_i memiliki tanda positif, X_0 adalah titik minimum. Jika tanda λ_i berbeda-beda, X_0 merupakan titik pelana (*saddle point*).

2.8.6. Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan langkah untuk mengetahui sebaran Data hasil pengujian mengikuti distribusi normal atau berdistribusi normal. Distribusi normal diartikan sebagai distribusi khusus yang mempunyai ciri berbentuk lonceng ketika membentuk histogram. Ada berbagai metode yang dapat digunakan untuk menganalisis normalitas data yaitu Liliefors, Kolmogorof-Smirnov, Chi-square, dan sebagainya (Nuryadi et al. 2017).

Dalam penelitian ini, dilakukan analisis menggunakan uji non-parametrik Kolmogorov-Smirnov pada sampel tunggal untuk menentukan apakah data mengikuti distribusi normal. Jika hasil uji Kolmogorov-Smirnov menunjukkan nilai p yang lebih besar dari 0,05 dapat disimpulkan bahwa data memiliki distribusi normal. Sebaliknya, jika nilai p kurang dari 0,05, data dianggap tidak memiliki distribusi normal. (Mitha Christina Ginting et al, 2019).

2.8.7. Analisis Varian (Anova)

Jumlah kuadrat y pada regresi berganda terdiri dari SSR, SSE, dan SST. Rumus perhitungan SSR, SST dan SSE adalah sebagai berikut (Sung H. Park 1996).

$$SSR = \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2 = \hat{y}'\hat{y} - n\bar{y}^2 = \hat{\beta}'X'\hat{y} - n\bar{y}^2 \dots\dots\dots (2.9)$$

$$SST = \sum (y_i - \bar{y})^2 = \sum y_i^2 - n\bar{y}^2 \dots\dots\dots (2.10)$$

$$SSE = SST - SSR \dots\dots\dots (2.11)$$

Tabel analisis varians untuk regresi berganda disajikan pada Tabel 2.2. Persamaan regresi yang menjelaskan hubungan antara variabel bebas (x) dengan respon (y) diasumsikan signifikan jika $F_{value} > F_{tabel}$ (Sung H. Park 1996).

Tabel 2. 2 Tabel Anova Regresi Berganda (Sung H. Park 1996)

<i>Source</i>	<i>DoF</i>	<i>Sum Of Square</i>	<i>Mean of Square</i>	<i>F-Value</i>	<i>F-Tabel</i>
Regresi	k	SSR	MSR	MSR/MSE	F(k,n-k-1:α)
Residual	n-k-1	SSE	MSE		
Total	n-1	SST			

Menurut Tabel 2.2. MSR adalah kuadrat rata-rata regresi, dan Diperoleh dengan membagi SSR dengan derajat kebebasan regresi. Pada saat yang sama, MSE adalah kuadrat rata-rata dari residu yang dapat diperoleh dengan membagi SSE dengan derajat kebebasan yang tersisa (Sung H. Park 1996).

2.8.8. Uji Koefisien Determinasi (R)

Koefisien determinasi digunakan sebagai indikator kualitas dari persamaan regresi. Persamaan regresi memberikan gambaran yang lebih akurat terhadap situasi aktual melalui nilai koefisien determinasi (*R-squared*). Nilai terbaik dari koefisien determinasi adalah nilai mendekati 1, dimana nilai $0 \leq R^2 \leq 1$ (Douglas C. Montgomery 2020).

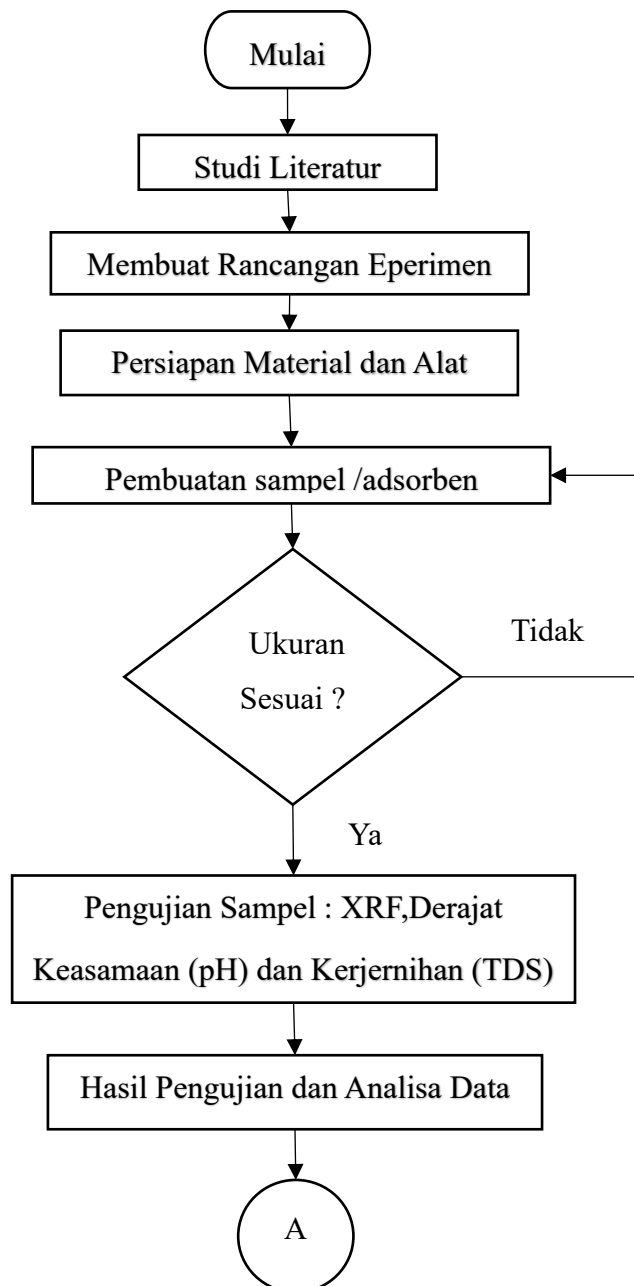
Perhitungan koefisien determinasi ditunjukkan dalam persamaan berikut (Douglas C. Montgomery 2020).

$$R^2 = \frac{SS_{model}}{SS_{total}} \dots\dots\dots (2.14)$$

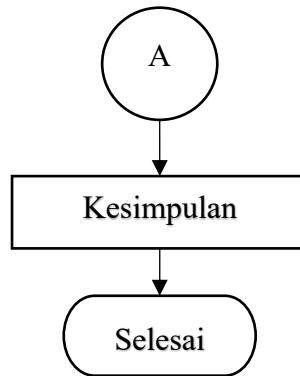
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir penelitian

Langkah-langkah yang diperlukan dalam melaksanakan penelitian ini diuraikan melalui diagram alir penelitian yang terlampir di bawah ini:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian



3.2. Studi Literatur

Studi literatur menjadi landasan teoritis yang mendukung informasi terkait dengan riset ini. Sumber literatur yang digunakan berasal dari jurnal-jurnal, internet, dan *e-book*.

3.3. Membuat rancangan eksperimen

3.3.1. Variabel Penelitian.

Penelitian ini menggunakan tiga jenis variabel antara lain:

- Variabel terikat atau respon yaitu derajat keasaman pH dan TDS.
- Variabel bebas ialah suhu, waktu dan ukuran *powder*.
- Variabel tetap (kontrol) yaitu waktu pendinginan, massa adsorben, dan waktu pengendapan.

3.3.2. Menentukan Faktor dan Level Eksperimen

Faktor dan level pada penelitian ini ditampilkan pada tabel 3.1 berikut dan perhitungan center point level eksperimen ini dijelaskan pada lampiran 2;

Tabel 3. 1 Faktor dan level eksperimen

Faktor	Level		
	-1	0	1
Suhu (°C)	500	600	700
Waktu penahan (menit)	120	240	360
Ukuran (mesh)	100	150	200

3.3.3. Kode variabel bebas

Dalam penelitian ini menggunakan *design experiment* yaitu *Box – Behken Design* (BBD) yang memiliki 3 faktor dan 3 level. Tabel rancangan dalam penelitian ini dikodekan dalam tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel 3. 2 Kode Variabel Bebas

Type of point	X ₁	X ₂	X ₃
Factorial/Cube point	-1	-1	-1
	-1	-1	1
	-1	1	-1
	-1	1	1
	1	-1	-1
	1	-1	1
	1	1	-1
	1	1	1
Center Point	0	0	0
	0	0	0
	0	0	0

3.3.4. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan dalam penelitian ini dijabarkan pada tabel 3.3 berikut ini.

Tabel 3. 3 Rancangan Percobaan

No.	Suhu(°C)	Waktu Penahan (menit)	Ukuran (mesh)
1	500 °C	120 menit	150
2	700 °C	120 menit	150
3	500 °C	360 menit	150
4	700 °C	360 menit	150
5	500 °C	240 menit	100
6	700 °C	240 menit	100
7	500 °C	240 menit	200
8	700 °C	240 menit	200
9	600 °C	120 menit	100
10	600 °C	360 menit	100
11	600 °C	120 menit	200
12	600 °C	360 menit	200
13	600 °C	240 menit	150
14	600 °C	240 menit	150

No.	Suhu(°C)	Waktu Penahan (menit)	Ukuran (mesh)
15	600 °C	240 menit	150

3.4.Persiapan material dan alat

1. Material

Material yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut

a) Cangkang kerang darah (*Anandara granosa*)

Bahan adsorben yang dipilih dalam penelitian ini adalah cangkang kerang darah. Kerang darah yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Cangkang Kerang Darah

b) Air Polman Babel

Air Polman Babel digunakan dalam proses adsorpsi untuk menguji respon penelitian yaitu pH dan TDS. Gambar 3.3 menampilkan air pada penelitian ini.



Gambar 3. 3 Sumber air

c) Air Aquadest

Air aquadest dalam penelitian ini digunakan sebagai cairan untuk melarutkan serbuk kalibrasi pH dan sebagai cairan pembersih alat pengujian. Air Aquadest dapat dilihat pada gambar 3.4 .



Gambar 3. 4 Air Aquadest

d) *Clay* (Tanah Liat)

Tanah liat dalam penelitian ini digunakan sebagai perekat cawan krusibel dengan tujuan untuk mencegah terjadinya oksidasi saat aktivasi. Tanah liat pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.5 .



Gambar 3. 5 Tanah liat (*Clay*)

2. Alat

Alat alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut;

a) *Brush*/ Sikat

Sikat/*brush* digunakan untuk membersihkan cangkang kerang dari kotoran. Gambar *brush*/sikat pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 3. 6 *Brush/Sikat*

b) Ulekan

Ulekan digunakan untuk membuat *powder* cangkang kerang dengan cara ditumbuk. Gambar ulekan dalam penelitian ini bisa dilihat pada gambar 3.7 dibawah ini.



Gambar 3. 7 Ulekan

e) Mesh

Mesh digunakan sebagai alat untuk menyaring *powder* supaya sesuai dengan ukuran standar yang diinginkan. Mesh yang digunakan dalam penelitian ini berukuran 100, 150, dan 200. Untuk gambar mesh yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.8 dan lampiran 3 (validasi ukuran).



Gambar 3. 8 Mesh

f) Cawan krusibel

Cawan krusibel digunakan sebagai wadah *powder* kerang untuk proses aktivasi. Volume cawan krusibel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 50 ml. Cawan krusibel pada penelitian ini bisa dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Cawan Krusibel

g) Oven Heat Treatment (HT01)

Oven Heat Treatment digunakan untuk aktivasi fisika *powder* dengan suhu 500°C, 600°C, dan 700°C. Oven Heat Treatment yang digunakan pada penelitian ini bisa dilihat pada gambar 3.10 .



Gambar 3. 10 Oven Heat Threatment

h) Plastik klip

Plastik klip digunakan sebagai tempat untuk menyimpan sampel sebelum dan setelah dilakukan aktivasi. Gambar plastik klip yang digunakan pada penelitian ini bisa dilihat pada gambar 3.11 .



Gambar 3. 11 Plastik Klip

i) Timbangan digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang berat dari *powder* baik itu sebelum atau setelah dilakukan aktivasi. Gambar Timbangan digital pada penelitian ini bisa dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3. 12 Timbangan Digital

j) Sendok.

Sendok digunakan sebagai alat untuk mengambil *powder* baik itu pada saat pembuatan *powder* dan pengaplikasian nya. Gambar sendok pada penelitian ini bisa dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3. 13 Sendok

k) Galon

Galon digunakan sebagai wadah untuk menampung sementara air yang akan diuji. Galon dalam penelitian ini bisa dilihat pada gambar 3.14 .



Gambar 3. 14 Galon

l) Gelas beker

Gelas beker digunakan sebagai wadah untuk mengukur volume air yang digunakan. Volume gelas beker yang digunakan pada penelitian ini ialah 250 ml. Gambar gelas beker yang digunakan bisa dilihat pada gambar 3.15.



Gambar 3. 15 Gelas Beker

m) pH meter

pH meter digunakan sebagai alat untuk mengukur derajat keasaman pada air baik itu pada saat sebelum atau sesudah dilakukan pencampuran dengan

powder. pH meter pada penelitian ini bisa dilihat pada gambar 3.16. Untuk spesifikasi pH yang digunakan bisa dilihat pada lampiran 11.



Gambar 3. 16 pH meter

n) TDS meter

TDS meter digunakan sebagai alat untuk mengukur nilai kejernihan pada air baik itu pada saat sebelum atau sesudah dilakukan pencampuran dengan *powder*. TDS meter pada penelitian ini bisa dilihat pada gambar 3.17. Untuk spesifikasi TDS yang digunakan bisa dilihat pada lampiran 12 .



Gambar 3. 17 TDS Meter

o) Kalibrasi pH meter

Kalibrasi pH meter digunakan untuk menjamin tingkat presisi yang sesuai dapat dicapai saat melakukan pengukuran sesuai dengan standar yang

digunakan. Kalibrasi pH meter pada penelitian ini bisa dilihat pada gambar 3.18 .



Gambar 3. 18 Kalibrasi pH meter

p) Kalibrasi TDS

Kalibrasi TDS yang digunakan pada penelitian ini dengan nilai 1382 ppm, dengan tujuan untuk menjamin tingkat kepresisian alat TDS pada saat pengukuran. Kalibrasi TDS bisa dilihat pada gambar 3.19 .



Gambar 3. 19 Kalibrasi TDS meter

3.5.Pembuatan sampel/adsorben

Pembuatan sampel/adsorben dimulai dari pembersihan material ,pembuatan powder dan proses aktivasi. Untuk proses pembuatan sampel/adsorben bisa dilihat

pada lampiran (3). Validasi ukuran dilakukan menggunakan mesh dengan ukuran 100,150 dan 200.

3.5.1. Pembersihan material

Pembersihan material dilakukan dengan tujuan untuk membersihkan cangkang kerang dari kotoran yang menempel, cara membersihkan material dalam penelitian ini sebagai berikut;

- a) Cangkang kerang yang telah dikumpulkan direndam menggunakan air didalam ember selama 1 malam dengan tujuan agar kotoran yang melekat dengan cangkang bisa dengan mudah terlepas.
- b) Setelah satu malam direndam cangkang kerang disikat menggunakan *brush* pada bagian atas dan dalam cangkang kerang. Proses menyikat kerang dilakukan selama kurang lebih 2 hari.
- c) Setelah proses menyikat cangkang kerang dibilas menggunakan air sebanyak 3 kali.
- d) Selanjutnya cangkang kerang tersebut dilakukan proses pengeringan menggunakan sinar matahari selama 2 hari, dengan tujuan untuk menghilangkan kandungan air pada cangkang.

3.5.2. Pembuatan *powder*

Langkah-langkah pembuatan *powder* pada penelitian ini antara lain;

- a) Cangkang kerang yang telah dibersihkan dan dikeringkan dihaluskan menggunakan cobekan dengan tujuan untuk membuat ukuran kerang menjadi lebih halus.
- b) Setelah ukuran cangkang kerang sudah hampir menjadi halus ,dilakukan pengayakan dengan menggunakan mesh dengan ukuran 200. Kemudian hasil yang lolos dari ukuran 200 disimpan kedalam plastik klip.
- c) *Powder* yang tidak lolos dari ukuran mesh 200 dilakukan pengayakan kembali menggunakan mesh dengan ukuran 150, hasil yang lolos dari ukuran mesh 150 disimpan kedalam plastik klip.

- d) Kemudian *powder* yang tidak lolos ukuran mesh 150 dilakukan pengayakan kembali menggunakan mesh dengan ukuran 100, hasil yang lolos dari mesh yang berukuran 100 disimpan kedalam plastik klip.
- e) *Powder* yang tidak lolos dari ukuran 100 dilakukan kembali dihaluskan kembali menggunakan cobekan.
- f) Selanjutnya ulangi setiap proses penghalusan dan pengayakan sesuai dengan kebutuhan penelitian.

3.5.3. Proses aktivasi

Langkah-langkah dalam proses aktivasi pada penelitian ini antara lain, untuk dokumentasi aktivasi bisa dilihat pada lampiran (3):

- a) *Powder* yang sudah sesuai dengan ukuran, selanjutnya dengan menimbang *powder* sesuai dengan ukuran masing masing menggunakan timbangan digital. Berat *powder* yang digunakan dalam *research* ini ialah 30 gram dalam satu cawan krusibel dengan terlebih dahulu cawan krusibel dilakukan penutupan menggunakan tanah liat pada bagian tutup cawan. Lakukan sesuai dengan urutan *design experiment*.
- b) Setelah sesuai dengan urutan *design experiment*, langkah selanjutnya yaitu proses aktivasi menggunakan oven heat treatment menggunakan suhu 500°C, 600°C dan 700°C dengan waktu penahan yaitu 120 menit, 240 menit dan 360 menit.
- c) Setelah selesai waktu aktivasi, selanjutnya proses pendinginan dalam suhu ruangan.
- d) Setelah selesai proses pendinginan *powder* hasil aktivasi dimasukan kedalam plastik klip.
- e) Ulangi tahapan tahapan sesuai dengan *design experiment* dengan tiga kali pengulangan pembuatan setiap variabel.

3.6. Proses pengujian

Setelah selesai proses pembuatan sampel, selanjutnya beberapa proses pengujian yang dilakukan pada penelitian ini.

3.6.1. Pengujian XRF

Pengujian XRF dilakukan di universitas negeri malang dengan mengirimkan sampel uji yang terdiri dari *powder* sebelum dan setelah dilakukan aktivasi.

3.6.2. Pengujian derajat keasaman pH

Pengujian derajat keasamaan pada penelitian ini menggunakan air di Polman Babel, Langkah-langkah pengujian derajat keasaman pada penelitian ini antara lain:

- a) Mengukur pH awal air sebelum dilakukan pengujian. Dengan terlebih dahulu membersihkan elektroda pH meter menggunakan air aquadest dan melakukan kalibrasi pH meter menggunakan standarisasi pH.
- b) Setelah mendapatkan pH awal, selanjutnya mencampurkan *powder* hasil aktivasi sebanyak 0,3 gram kedalam air di gelas beker yang bervolume 250 ml. Sampel yang dimasukan harus sesuai dengan *design experiment*.
- c) Setelah mencampurkan *powder* kedalam air selanjutnya lakukan pengadukan menggunakan sendok sampai *powder* larut kedalam air. Untuk waktu pengendapan sebelum dilakukan pengukuran yaitu kurang lebih 5 menit untuk mendapat hasil yang maksimal.
- d) Untuk pengukuran pH meter dilakukan dengan merendamkan elektroda pH meter kedalam larutan sampai batas tutup dan tunggu sampai pH meter menunjukkan angka yang stabil.
- e) Lakukan pengukuran pH air sesuai dengan urutan *design experiment*. Untuk proses Pengujian derajat keasaman pH bisa dilihat pada lampiran 4.

3.6.3. Pengujian TDS meter

Pengujian TDS pada penelitian ini menggunakan air di Polman Babel, Langkah-langkah pengujian derajat keasaman pada penelitian ini antara lain:

- a) Mengukur TDS awal air di Polman Babel sebelum dilakukan pengujian. Dengan terlebih dahulu membersihkan elektroda TDS meter menggunakan air aquadest dan melakukan kalibrasi TDS meter menggunakan standarisasi TDS.
- b) Setelah mendapatkan TDS awal, selanjutnya mencampurkan *powder* hasil aktivasi sebanyak 0,3 gram kedalam air di gelas beker yang bervolume 250 ml.. Sampel yang dimasukan harus sesuai dengan *design experiment*.

- c) Setelah mencampurkan *powder* kedalam air selanjutnya lakukan pengadukan menggunakan sendok sampai *powder* larut kedalam air. Untuk waktu pengendapan sebelum dilakukan pengukuran yaitu kurang lebih 5 menit untuk mendapat hasil yang maksimal.
- d) Untuk pengukuran TDS meter dilakukan dengan merendamkan elektroda TDS meter kedalam larutan sampai batas tutup dan tunggu sampai 2-3 menit hingga TDS meter menunjukkan angka yang stabil.
- d) Lakukan pengukuran TDS dari air yang telah dilakukan pencampuran sesuai dengan *design experiment*. Untuk proses pengujian TDS meter bisa dilihat pada lampiran 5.

3.7. Pengumpulan data

Setelah dilakukan pengujian terhadap sampel *powder* hasil aktivasi, kemudian didapatkan data hasil pengujian XRF, pH, dan TDS. Teknik pengumpulan 15 data dengan melakukan pengulangan sebanyak tiga kali dengan menggunakan pendekatan kuantitatif. Data hasil pengujian derajat keasaman (pH) dan Total Dissolve Solid (TDS) kemudian diolah dengan menggunakan metode *Response Surface Methodology (RSM) Box – Behken Design*.

3.8. Analisis Data

Setelah data dikumpulkan dan diolah, langkah selanjutnya adalah menganalisisnya menggunakan metode analisis varian. Proses analisis data dilakukan dengan langkah-langkah berikut::

- a) Melakukan uji normalitas data
- b) Membuat analisis varian (Anova)
- c) Membuat analisis persamaan second order
- d) Analisis koefisien determinasi (R)
- e) Menentukan stationary point (X_0)
- f) Menentukan nilai optimal
- g) Membuat analisis kanonikal
- h) Menentukan *grafik surface respon* dan *contour plot*

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1. Pengambilan Data

Dalam penelitian ini menggunakan rancangan eksperimen metode RSM yaitu *Box Benken-Design* dengan 3 faktor dan 3 level. Jumlah variabel yang dihasilkan berdasarkan *design eksperimen* sebanyak 15 sampel dengan replikasi sebanyak 3 kali . Setelah sampel dibuat, dilakukan pengujian pH dan TDS menggunakan sampel seberat 0,3 gram dari air sumur di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, khususnya dari sumur di belakang laboratorium material, dengan volume air sebanyak 250 ml. Untuk gambar sampel hasil aktivasi bisa dilihat pada gambar 4.1 .



Gambar 4. 1 Sampel hasil aktivasi

4.2. Analisa Data Respon pH

4.2.1. Pengambilan data pH air

Proses pengambilan data pH dilakukan dengan mengukur pH awal air dan pH akhir setelah pencampuran dengan serbuk hasil aktivasi menggunakan pH meter. Kondisi pH awal air sebelum dilakukan pengujian dengan nilai 5 ,sehingga tidak memenuhi standar air yang layak untuk dikonsumsi.



Gambar 4. 2 Kondisi pH awal dan pH akhir

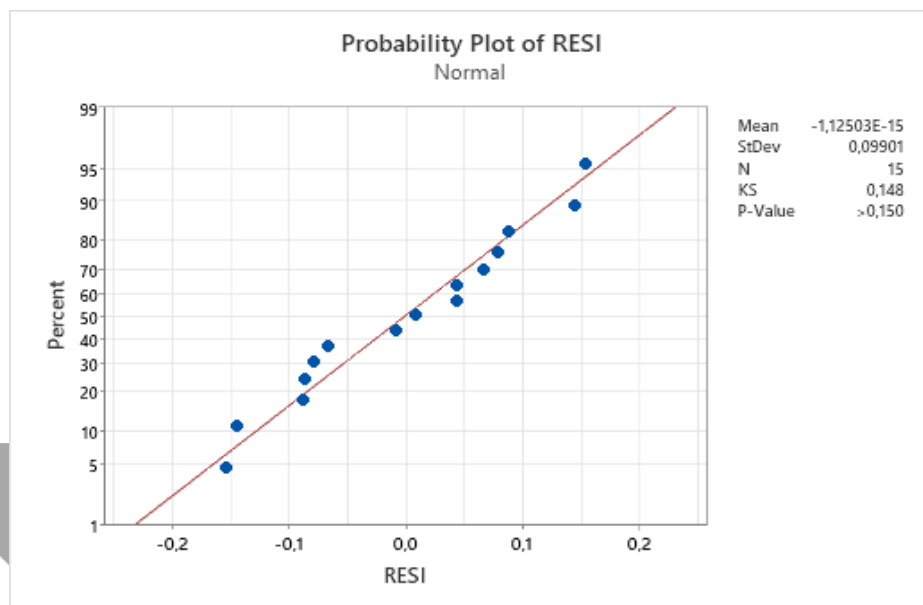
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran pH

Suhu	Waktu Penahan	Ukuran (mesh)	pH awal	pH Akhir			Rata-Rata pH
				1	2	3	
500 °C	120 menit	150	5,0	8,1	8	7,9	8,00
700 °C	120 menit	150	5,0	8	8	7,8	7,93
500 °C	360 menit	150	5,0	8,3	8,2	8,4	8,30
700 °C	360 menit	150	5,0	8,7	8,9	9,2	8,93
500 °C	240 menit	100	5,0	7	7,2	7,3	7,17
700 °C	240 menit	100	5,0	7,5	7,5	7,5	7,50
500 °C	240 menit	200	5,0	8,3	8,4	8,4	8,37
700 °C	240 menit	200	5,0	8,7	8,8	8,5	8,67
600 °C	120 menit	100	5,0	7,6	7,6	7,7	7,63
600 °C	360 menit	100	5,0	7,6	7,6	7,6	7,60
600 °C	120 menit	200	5,0	8,6	8,5	8,5	8,53
600 °C	360 menit	200	5,0	8,3	8,5	8,5	8,43
600 °C	240 menit	150	5,0	8,5	8,5	8,6	8,53
600 °C	240 menit	150	5,0	8,4	8,3	8,3	8,33
600 °C	240 menit	150	5,0	8,4	8,4	8,4	8,40

4.2.2. Uji Normalitas

Nilai respon yang didapatkan dari penelitian ini yaitu pH selanjutnya dilakukan uji normalitas. Pemeriksaan uji normalitas dilakukan dengan menggunakan *software* minitab versi 21.3 (lisensi minitab). Hasil dari uji

normalitas tergambar pada Gambar 4.3. Dari gambar tersebut, terlihat tingkat kecenderungan data menuju pada keadaan yang normal, dikarenakan nilai dari P-value $> 0,05$ (Mitha Christina Ginting and Ivo Maelina Silitonga 2019) .Dapat disimpulkan bahwa data respon pH mengikuti distribusi normal.



Gambar 4. 3 Grafik *Normality Test Kolmogorov-Smirnov*

4.2.3. Analisis Varian (*Anova*)

Penerapan Analisis Varians (*Anova*) pada persamaan orde kedua dalam bentuk *code* menggunakan perangkat lunak Minitab 21.3 (dengan lisensi Minitab). Output hasil dari analisis varians terdapat dalam Tabel 4.2 yang disajikan di bawah ini.

Tabel 4. 2 Analisis Varian

<i>Source</i>	<i>DoF</i>	<i>Sum of Squere</i>	<i>Mean of Square</i>	<i>F-Value</i>	<i>F-Tabel</i>
Model	9	3,68469	040941	14,92	
Suhu Aktivasi	1	0,08405	0,08405	3,06	6,61
Waktu Penahan	1	0,34861	0,34861	12,7	6,61
Ukuran	1	2,23661	2,23661	81,48	6,61
Suhu	1	0,26339	0,26339	9,6	6,61
Aktivasi*Suhu					
Aktivasi					
Waktu	1	0,01831	0,01831	0,67	6,61
Penahan*Waktu					
Penahan					

<i>Source</i>	<i>DoF</i>	<i>Sum of Squere</i>	<i>Mean of Square</i>	<i>F-Value</i>	<i>F-Tabel</i>
Ukuran*Ukuran	1	0,54611	0,54611	19,9	6,61
Suhu	1	0,1225	0,1225	4,46	6,61
Aktivasi*Waktu Penahan					
Suhu	1	0,04	0,04	1,46	6,61
Aktivasi*Ukuran					
Waktu	1	0,04623	0,04623	1,68	6,61
Penahan*Ukuran					
<i>Error</i>	5	0,13724	0,02745		
<i>Lack-of-Fit</i>	3	0,12598	0,04199	7,45	
Total	14	3,82193			

- Hipotesis:
 H_0 : Suhu aktivasi tidak berpengaruh terhadap perubahan nilai pH
 H_1 : Suhu aktivasi berpengaruh terhadap perubahan nilai pH
 H_0 : Waktu penahan tidak berpengaruh terhadap perubahan nilai pH
 H_1 : Waktu penahan berpengaruh terhadap perubahan nilai pH
 H_0 : Ukuran *powder* tidak berpengaruh terhadap perubahan nilai pH
 H_1 : Ukuran *powder* berpengaruh terhadap perubahan nilai pH
- Keputusan menolak hipotesis awal (H_0) jika $F_{hitung} > F_{tabel}$.
Keputusan gagal menolak hipotesis awal (H_0) jika $F_{hitung} < F_{tabel}$.
- Taraf signifikan (α) yaitu sebesar 5% atau 0,05.

Berdasarkan hasil analisis varian terhadap respon pH pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa F_{value} suhu aktivasi $< F_{tabel}$, Untuk F_{value} suhu aktivasi sebesar 3,06 dengan F_{tabel} sebesar 6,41 sehingga menunjukkan bahwa keputusannya gagal menolak H_0 . Artinya suhu aktivasi tidak berpengaruh terhadap perubahan nilai pH. Sedangkan F_{value} waktu penahan dan F_{value} ukuran $> F_{tabel}$ dengan nilai F_{value} waktu penahan sebesar 12,7, F_{value} ukuran sebesar 81,48 dengan F_{tabel} 6,41 sehingga menunjukkan keputusan menolak H_0 . Artinya waktu penahan dan Ukuran berpengaruh terhadap nilai pH.

F_{value} kuadrat suhu aktivasi $> F_{tabel}$, dengan nilai F_{value} kuadrat suhu aktivasi sebesar 9,6 dengan F_{tabel} 6,41 sehingga menunjukkan keputusan menolak H_0 .

Artinya kuadrat suhu aktivasi berpengaruh terhadap perubahan nilai pH. F_{value} kuadrat waktu penahan $< F_{\text{tabel}}$, dengan nilai F_{value} kuadrat waktu penahan sebesar 0,67 dengan F_{tabel} 6,41 sehingga menunjukkan keputusan gagal menolak H_0 . Artinya kuadrat waktu penahan berpengaruh terhadap perubahan nilai pH. F_{value} kuadrat Ukuran $> F_{\text{tabel}}$, dengan nilai F_{value} kuadrat ukuran sebesar 19,9 dengan F_{tabel} 6,41 sehingga menunjukkan keputusan menolak H_0 . Artinya kuadrat ukuran berpengaruh terhadap perubahan nilai pH.

F_{value} interaksi suhu aktivasi dan waktu $< F_{\text{tabel}}$, F_{value} interaksi suhu dan ukuran $< F_{\text{tabel}}$ dan F_{value} interaksi waktu penahan dan ukuran $< F_{\text{tabel}}$. Nilai F_{value} interaksi suhu aktivasi dan waktu penahan sebesar 4,46, nilai F_{value} interaksi suhu aktivasi dan ukuran sebesar 1,46 dan nilai F_{value} interaksi waktu penahan dan ukuran sebesar 1,68 dengan nilai F_{tabel} sebesar 6,41. Sehingga menunjukkan keputusan menolak H_0 , artinya interaksi dua faktor antara suhu dan waktu penahan, suhu dan ukuran, serta waktu penahan dan ukuran tidak berpengaruh terhadap perubahan nilai pH.

4.2.4. Persamaan *Second-Order*

Minitab 21.3 (lisensi minitab) digunakan untuk memverifikasi keakuratan pemrosesan dan analisis data. Lampiran 6 berisi kode Minitab untuk menyelesaikan masalah orde dua. Persamaan (2.4) dapat digunakan untuk mendapatkan persamaan orde dua dengan menggunakan metode regresi.

$$\beta = \begin{pmatrix} \hat{\beta}_0 \\ \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \\ \hat{\beta}_3 \\ \hat{\beta}_{11} \\ \hat{\beta}_{22} \\ \hat{\beta}_{33} \\ \hat{\beta}_{12} \\ \hat{\beta}_{13} \\ \hat{\beta}_{23} \end{pmatrix} = ((X'X)^{-1})(X'y)$$

Berikut adalah proses untuk mendapatkan persamaan orde kedua atau *second order* dalam bentuk kode (*code*) dari persamaan di atas:

Matriks X

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & -1 & 0 & 1 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & -1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & -1 & 1 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 & -1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & -1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Matriks Y (Respon pH)

$$\begin{bmatrix} 8 \\ 7,93 \\ 8,3 \\ 8,93 \\ 7,17 \\ 7,5 \\ 8,37 \\ 8,3 \\ 7,63 \\ 7,6 \\ 8,53 \\ 8,93 \\ 8,53 \\ 8,53 \\ 8,4 \end{bmatrix}$$

Matriks X^T

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Matriks $(X^T X)$

$$\begin{bmatrix} 15 & 0 & 0 & 0 & 8 & 8 & 8 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 8 & 0 & 0 & 0 & 8 & 4 & 4 & 0 & 0 & 0 \\ 8 & 0 & 0 & 0 & 4 & 8 & 4 & 0 & 0 & 0 \\ 8 & 0 & 0 & 0 & 4 & 4 & 8 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 \end{bmatrix}$$

Matriks $(X^T X)^{-1}$

$$\begin{bmatrix} 0,333 & 0 & 0 & 0 & -0,166 & -0,166 & -0,166 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,125 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,125 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,125 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -0,166 & 0 & 0 & 0 & 0,270 & 0,020 & 0,020 & 0 & 0 & 0 \\ -0,166 & 0 & 0 & 0 & 0,020 & 0,270 & 0,020 & 0 & 0 & 0 \\ 0,166 & 0 & 0 & 0 & 0,020 & 0,020 & 0,027 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,250 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,250 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,250 \end{bmatrix}$$

Matriks $X^T y$

$$\begin{bmatrix} 122,65 \\ 0,82 \\ 1,67 \\ 4,23 \\ 64,50 \\ 65,85 \\ 64,03 \\ 0,70 \\ -0,4 \\ 0,43 \end{bmatrix}$$

Matriks $(X^T X)^{-1} X^T y$

$$\begin{bmatrix} 8,486 \\ 0,102 \\ 0,208 \\ 0,528 \\ -0,267 \\ 0,070 \\ -0,384 \\ 0,175 \\ -0,100 \\ 0,107 \end{bmatrix}$$

Dari hasil perhitungan menggunakan persamaan (2.3), diperoleh persamaan bentuk kedua (*second order*) dalam *coded* sebagai berikut:

$$Y = 8,486 + 0,102X_1 + 0,208X_2 + 0,528X_3 - 0,267X_1^2 + 0,070X_2^2 - 0,384X_3^2 + 0,175X_1X_2 - 0,100X_1X_3 + 0,107X_2X_3$$

Dengan :

Y = Prediksi nilai pH

X_1 = Nilai kode suhu aktivasi

X_2 = Nilai kode waktu penahan

X_3 = Nilai kode ukuran

4.2.5. Analisis Koefisien Determininasi

Untuk mendapatkan nilai R kuadrat, kita akan menggunakan persamaan (2.14). Perhitungan R kuadrat untuk persamaan orde kedua atau *second order* dalam bentuk *coded* adalah sebagai berikut:

$$R^2 = \frac{SS_{\text{model}}}{SS_{\text{total}}}$$

$$R^2 = \frac{3,68469}{3,82193}$$

$$R^2 = 0,9640$$

$$R^2 = 96,41\%$$

Hasil perhitungan *R Square* divalidasi menggunakan aplikasi minitab, untuk hasil validasi ditunjukkan pada tabel 4.3 dibawah ini

Tabel 4. 3 Model Summary by minitab

<i>S</i>	<i>R-sq</i>	<i>R-sq (adj)</i>	<i>R-sq (pred)</i>
0,165675	96,41%	89,95%	46,60%

Dari nilai R Square yang diperoleh, terlihat bahwa persamaan regresi yang terbentuk memiliki tingkat kecocokan sebesar 96,41%. Ini mengindikasikan bahwa persamaan regresi dapat memberikan gambaran atau representasi sebesar 96,41% terhadap populasi sebenarnya.

4.2.6. Menentukan titik Stationary Point (X_0)

Dari persamaan *second order* yang telah didapatkan, digunakan untuk menentukan stationary point (X_0) dengan terlebih dahulu mencari nilai matriks *B* dan matrik *b*.

$$\text{Matriks } B = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_{11} & \frac{1}{2}(\hat{\beta}_{12}) & \frac{1}{2}(\hat{\beta}_{13}) \\ \frac{1}{2}(\hat{\beta}_{12}) & \hat{\beta}_{22} & \frac{1}{2}(\hat{\beta}_{23}) \\ \frac{1}{2}(\hat{\beta}_{13}) & \frac{1}{2}(\hat{\beta}_{23}) & \hat{\beta}_{33} \end{bmatrix} \text{ dan matriks } b = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \\ \hat{\beta}_3 \end{bmatrix}$$

Perhitungan titik *stationary point* (X_0) berdasarkan persamaan (2.5) berikut ini;

$$X_0 = -\frac{1}{2}B^{-1}b$$

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} -0,267 & 0,087 & -0,05 \\ 0,087 & 0,070 & 0,053 \\ -0,05 & 0,053 & -0,384 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 0,051 \\ 0,104 \\ 0,264 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} -2,908 & 3,005 & 0,798 \\ 3,005 & 9,727 & 0,968 \\ 0,798 & 0,968 & -2,568 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,051 \\ 0,104 \\ 0,264 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0,375 \\ 1,425 \\ -0,537 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = \begin{bmatrix} -0,187 \\ -0,712 \\ 0,268 \end{bmatrix}$$

4.2.7. Menentukan Nilai Optimum dari Faktor X_1 , X_2 dan X_3

Untuk menentukan nilai optimum dari masing-masing variabel bebas menggunakan titik stationary yang telah didapatkan pada persamaan 2.5 . Berikut adalah perhitungan nilai optimum dari variabel bebas dalam bentuk *coded* (kode):

$$X_0 = \begin{bmatrix} -0,187 \\ -0,712 \\ 0,268 \end{bmatrix}$$

- Mencari nilai optimum untuk suhu aktivasi (X_1)

$$X_1 = \frac{\text{Suhu aktivasi} - \text{Centerpoint}}{\frac{1}{2}(\text{maksimum} - \text{minimum})}$$

$$X_1 = \frac{\text{Suhu aktivasi} - 600}{\frac{1}{2}(700 - 500)}$$

$$-0,187 = \frac{\text{Suhu aktivasi} - 600}{\frac{1}{2}(200)}$$

$$-0,187 = \frac{\text{Suhu aktivasi} - 600}{100}$$

$$\text{Suhu aktivasi} = -0,187 (100) + 600$$

$$\text{Suhu aktivasi} = 581,21^\circ\text{C}$$

- Mencari nilai optimum untuk waktu penahan (X_2)

$$X_2 = \frac{\text{Waktu penahan} - \text{Centerpoint}}{\frac{1}{2}(\text{maksimum} - \text{minimum})}$$

$$X_2 = \frac{\text{Waktu penahan} - 240}{\frac{1}{2}(360 - 120)}$$

$$-0,712 = \frac{\text{Waktu penahan} - 240}{\frac{1}{2}(240)}$$

$$-0,712 = \frac{\text{Waktu penahan} - 240}{120}$$

$$\text{Waktu Penahan} = -0,712 (120) + 240$$

$$\text{Waktu Penahan} = 154,47 \text{ menit}$$

- Mencari nilai optimum untuk ukuran (X_3)

$$X_3 = \frac{\text{Ukuran} - \text{Centerpoint}}{\frac{1}{2}(\text{maksimum} - \text{minimum})}$$

$$X_3 = \frac{\text{Ukuran} - \text{Centerpoint}}{\frac{1}{2}(200 - 100)}$$

$$0,268 = \frac{\text{Ukuran} - 150}{\frac{1}{2}(100)}$$

$$0,268 = \frac{\text{Ukuran} - 150}{50}$$

$$\text{Ukuran} = 0,268 (50) + 150$$

$$\text{Ukuran} = 163,42 \text{ mesh}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai optimum untuk suhu adalah 581,21 °C, Waktu penahan adalah 154,47 menit dan Ukuran adalah 163,42.

4.2.8. Menentukan Prediksi Nilai Respon pH pada *Stationary Point*

Prediksi nilai respon pH dari titik stationary dapat menggunakan persamaan (2.7). Berikut adalah perhitungannya:

$$\hat{y}_0 = \hat{\beta}_0 + \frac{1}{2} x'_0 b$$

$$\hat{y}_0 = 8,48 + \frac{1}{2} \begin{bmatrix} -0,187 \\ -0,712 \\ 0,268 \end{bmatrix}' \begin{bmatrix} 0,051 \\ 0,104 \\ 0,264 \end{bmatrix}$$

$$\hat{y}_0 = 8,48 + \frac{1}{2} [-0,187 \quad -0,712 \quad 0,268] \begin{bmatrix} 0,051 \\ 0,104 \\ 0,264 \end{bmatrix}$$

$$\hat{y}_0 = 8,48$$

Nilai respon pH yang dihasilkan dari dihasilkan pada persamaan 2.7 adalah 8,48. Nilai respon pH dari titik stationary ini masih masuk kriteria nilai pH yang diizinkan untuk air minum.

4.2.9. Analisis Kanonikal

Persamaan kanonikal dibentuk berdasarkan model kedua. Melalui penerapan persamaan (2.8), kita mendapatkan bentuk persamaan sebagai berikut:

$$\hat{y} = \hat{y}_0 + \lambda_1\omega_1^2 + \lambda_2\omega_2^2 + \lambda_3\omega_3^2$$

$$\hat{y} = \hat{y}_0 - 0,267\omega_1^2 + 0,070\omega_2^2 + 0,384\omega_3^2$$

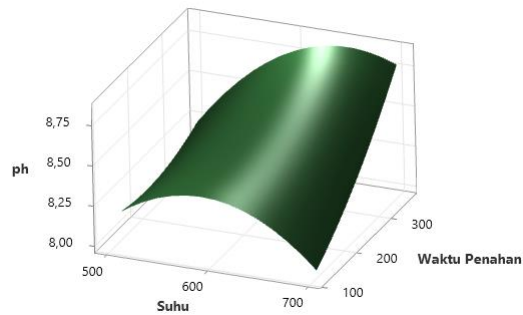
Dari persamaan 2.8 didapatkan bentuk kanonikal yaitu *saddle point* dikarenakan nilai-nilai konstanta λ_1 , λ_2 , dan λ_3 dari persamaan sebelumnya memiliki tanda yang berbeda, sehingga model dari persamaan tersebut berbentuk kanonikal titik saddle. Bentuk kanonikal bentuk sadle memiliki arti nilai optimal tidak terdapat pada titik maksimum atau minimum, melainkan pada titik-titik tertentu, seperti pada titik X_0 (titik stasioner).

4.2.10. Grafik *Surface Plot*

Grafik *surface plot* menampilkan permukaan yang timbul dari interaksi antara variabel bebas dan respons pH, serta menunjukkan titik-titik stasioner yang terdeteksi. Interaksi antar variabel dipresentasikan melalui tiga pasangan variabel bebas: suhu dan waktu penahan, suhu dan ukuran, serta waktu penahan dan ukuran. Bentuk permukaan pada grafik *surface plot* mencerminkan hubungan interaksi antara dua variabel. Grafik ini telah divalidasi menggunakan perangkat lunak Minitab versi 21.3 (lisensi Minitab).

a) *Surface Plot* interaksi Suhu dan Waktu penahan

Surface plot pH antara suhu dan waktu penahan ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

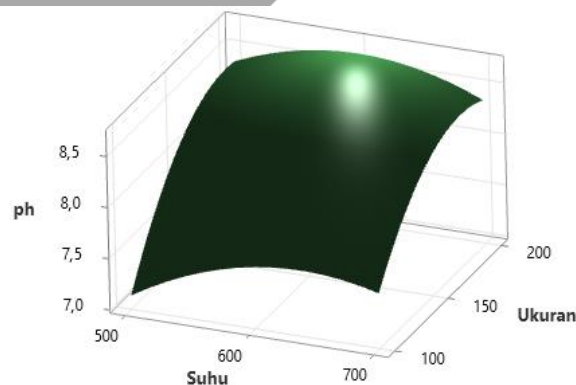


Gambar 4. 4 *Surface plot* antara suhu dan waktu

Berdasarkan gambar 4.4 bahwa kurva yang terbentuk adalah *saddle point* dengan nilai optimal dari suhu berada pada 581,21 °C dan waktu penahan berada pada 154,47 menit.

b) *Surface Plot* interaksi Suhu dan Ukuran

Surface plot pH antara suhu dan ukuran ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

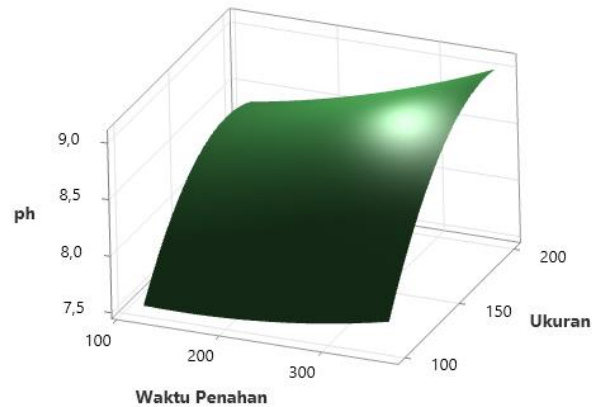


Gambar 4. 5 *Surface plot* interaksi Suhu dan Ukuran

Berdasarkan gambar 4.5 bahwa kurva yang terbentuk adalah *saddle point* dengan nilai optimal dari suhu berada pada 581,21 °C dan ukuran berada pada 163,43.

c) *Surface Plot* interaksi Waktu penahan dan Ukuran

Surface plot pH antara waktu penahan dan ukuran ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



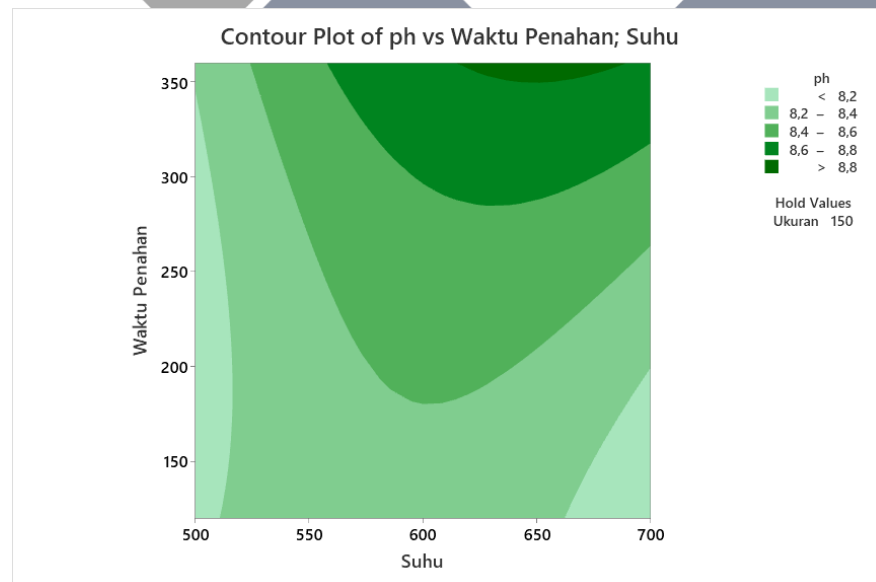
Gambar 4. 6 *Surface plot* interaksi antara waktu penahan dan ukuran

Berdasarkan gambar 4.6 bahwa kurva yang terbentuk adalah *saddle point* dengan nilai optimal dari waktu penahan berada pada 154,47 menit dan ukuran berada pada 163,43.

4.2.11. Grafik *Contour Plot*

Grafik *contour plot* telah divalidasi menggunakan *software* minitab versi 21.3 (minitab *license*).

a) *Contour Plot* Interaksi antara suhu dan waktu penahan

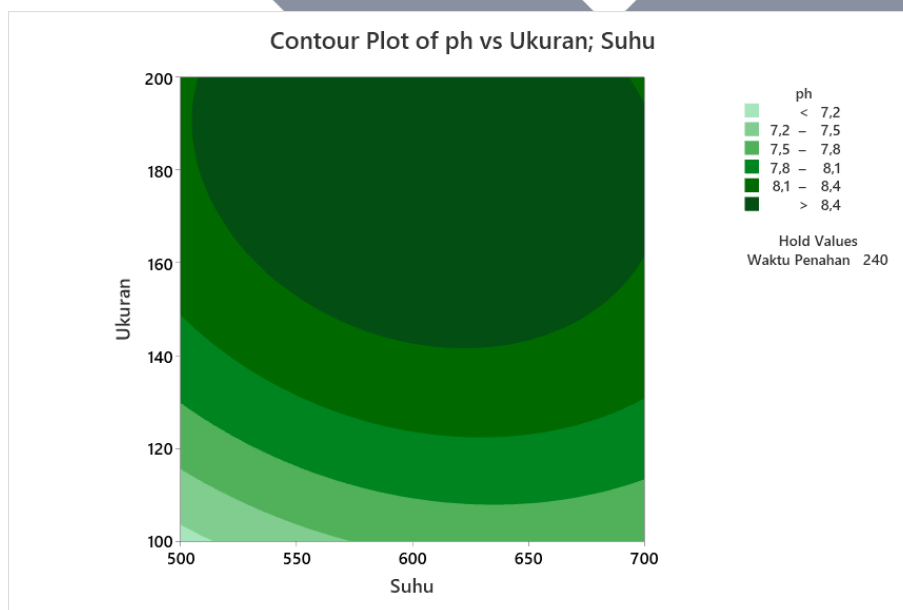


Gambar 4. 7 *Contour Plot* interaksi Suhu dan Waktu

Berdasarkan gambar 4.7 *contour plot* ini menunjukkan hubungan antara suhu dan waktu penahan yang digunakan untuk menaikkan pH pada air. Wilayah yang lebih gelap menunjukkan kualitas yang lebih tinggi. Untuk nilai yang digunakan untuk pH yang sesuai dan masih bisa digunakan untuk keperluan air minum dengan pH 6,5-8,5. Untuk nilai pH 8,2-8,4 yang masih bisa digunakan sesuai dengan standar yang diizinkan adalah suhu 550°C dan waktu penahan 150 menit. Dari gambar diatas semakin tinggi suhu dan lama waktu penahan respon pH akan meningkat sehingga melewati batas yang diizinkan.

b) *Contour Plot* Interaksi antara suhu dan ukuran

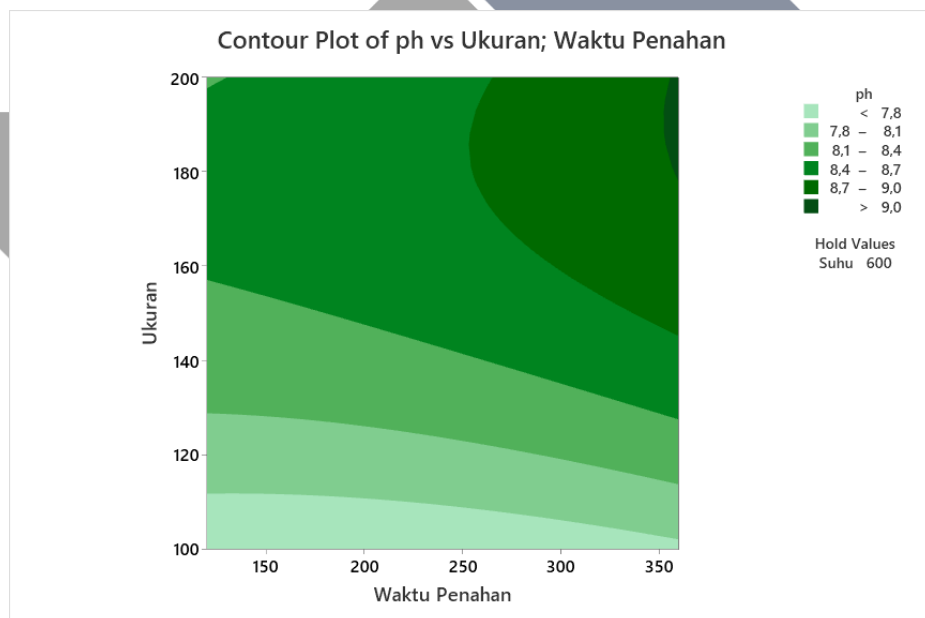
Berdasarkan gambar 4.8 *contour plot* dibawah ini menunjukkan hubungan antara suhu dan ukuran yang digunakan untuk menaikkan pH pada air. Wilayah yang lebih gelap menunjukkan kualitas yang lebih tinggi. Untuk nilai yang digunakan untuk pH yang sesuai dan masih bisa digunakan untuk keperluan air minum dengan pH 6,5-8,5. Untuk nilai pH 7,2-7,5 yang masih bisa digunakan untuk keperluan air minum adalah suhu 550°C dan ukuran 100 mesh. Dari gambar diatas semakin tinggi suhu dan semakin kecil ukuran respon pH akan meningkat sehingga melewati batas yang diizinkan.



Gambar 4. 8 *Contour Plot* interaksi Suhu dan ukuran

c) *Contour Plot* Interaksi antara waktu penahan dan ukuran

Berdasarkan gambar 4.9 *contour plot* ini menunjukkan hubungan antara waktu penahan dan ukuran yang digunakan untuk menaikkan pH pada air. Wilayah yang lebih gelap menunjukkan kualitas yang lebih tinggi. Untuk nilai yang digunakan untuk pH yang sesuai dan masih bisa digunakan untuk keperluan air minum dengan pH 6,5-8,5. Untuk pH 7,8-8,1 yang masih masuk kedalam rentan pH yang diizinkan adalah Waktu penahan 150 menit dan Ukuran 100. Dari gambar diatas semakin lama waktu penahan dan semakin kecil ukuran, respon pH akan meningkat sehingga melewati batas yang diizinkan.



Gambar 4. 9 *Contour Plot* interaksi Waktu penahan dan ukuran

4.3. Analisa data TDS

4.3.1. Pengambilan data TDS

Proses pengambilan data pH dilakukan dengan mengukur TDS awal air dan TDS akhir setelah pencampuran dengan serbuk hasil aktivasi menggunakan TDS meter. Kondisi TDS awal air sebelum dilakukan pencampuran dengan serbuk hasil aktivasi adalah 39 ppm. Hasil dari TDS awal bisa dilihat pada gambar 4.10 berikut ini



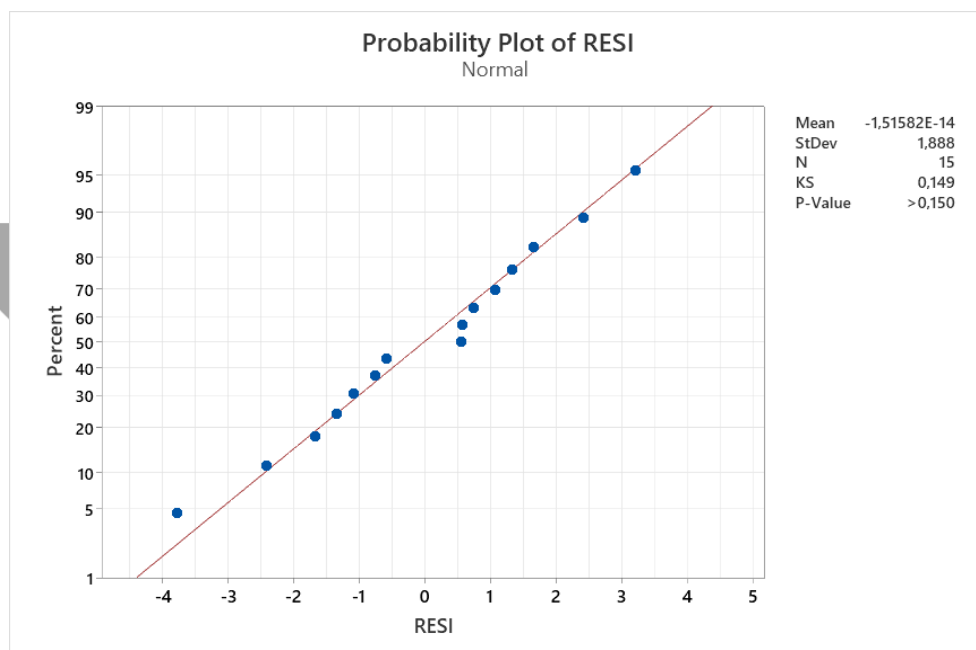
Gambar 4. 10 TDS awal dan Akhir

Tabel 4. 4 Nilai Hasil TDS

Suhu	Waktu Penahan	Ukuran (mesh)	TDS Awal	TDS Akhir			TDS
				1	2	3	
500 °C	120 menit	150	39	89	89	91	89,67 ppm
700 °C	120 menit	150	39	70	70	70	70,00 ppm
500 °C	360 menit	150	39	89	89	91	89,67 ppm
700 °C	360 menit	150	39	69	72	72	71,00 ppm
500 °C	240 menit	100	39	81	76	80	79,00 ppm
700 °C	240 menit	100	39	58	61	58	59,00 ppm
500 °C	240 menit	200	39	89	85	88	87,33 ppm
700 °C	240 menit	200	39	69	71	71	70,33 ppm
600 °C	120 menit	100	39	70	67	69	68,67 ppm
600 °C	360 menit	100	39	62	72	64	66,00 ppm
600 °C	120 menit	200	39	81	87	87	85,00 ppm
600 °C	360 menit	200	39	78	82	84	81,33 ppm
600 °C	240 menit	150	39	91	91	86	89,33 ppm
600 °C	240 menit	150	39	80	81	86	82,33 ppm
600 °C	240 menit	150	39	88	86	86	86,67 ppm

4.3.2. Uji Normalitas

Nilai respon yang didapatkan dari penelitian ini yaitu TDS selanjutnya dilakukan uji normalitas. Pemeriksaan uji normalitas dilakukan dengan menggunakan *software* minitab versi 21.3 (lisensi minitab). Hasil dari uji normalitas tergambar pada Gambar 4.11. Dari gambar tersebut, terlihat tingkat kecenderungan data menuju pada keadaan yang normal, dikarenakan nilai *P-value* > 0,05 (Mitha Christina Ginting and Ivo Maelina Silitonga 2019). Dapat disimpulkan bahwa data respon TDS mengikuti pola distribusi normal.



Gambar 4. 11 Grafik Normality Test Kolmogorov-Smirnov by minitab

4.3.3. Analisis varian (Anova)

Penerapan Analisis Varians (Anova) pada persamaan orde kedua dalam bentuk *code* menggunakan perangkat lunak Minitab 21.3 (dengan lisensi Minitab). Output hasil dari analisis varians terdapat dalam Tabel 4.5 yang disajikan di bawah ini.

Tabel 4. 5 Tabel Analisis Varian

<i>Source</i>	<i>DoF</i>	<i>Sum of Squere</i>	<i>Mean of Square</i>	<i>F-Value</i>	<i>F-Tabel</i>
Model	9	1354,86	150,540	15,08	
Suhu Aktivasi	1	709,39	709,389	71,07	6,61

<i>Source</i>	<i>DoF</i>	<i>Sum of Squere</i>	<i>Mean of Square</i>	<i>F-Value</i>	<i>F-Tabel</i>
Waktu Penahan	1	3,56	3,556	0,36	6,61
Ukuran	1	329,39	329,389	33,00	6,61
Suhu	1	50,02	50,018	5,01	6,61
Aktivasi*Suhu					
Aktivasi					
Waktu	1	20,34	20,343	2,04	6,61
Penahan*Waktu					
Penahan					
Ukuran*Ukuran	1	267,64	267,642	26,81	6,61
Suhu	1	0,25	0,250	0,03	6,61
Aktivasi*Waktu					
Penahan					
Suhu	1	2,25	2,250	0,23	6,61
Aktivasi*Ukuran					
Waktu	1	0,25	0,250	0,03	6,61
Penahan*Ukuran					
Error	5	49,91	9,981		
Lack-of-Fit	3	24,94	8,315	0,67	5,41
Total	14	1404,77			

- Hipotesis :
 - H₀ : Suhu aktivasi tidak berpengaruh terhadap perubahan nilai TDS
 - H₁ : Suhu aktivasi berpengaruh terhadap perubahan nilai TDS
 - H₀ : Waktu penahan tidak berpengaruh terhadap perubahan nilai TDS
 - H₁ : Waktu penahan berpengaruh terhadap perubahan nilai TDS
 - H₀ : Ukuran *powder* tidak berpengaruh terhadap perubahan nilai TDS
 - H₁ : Ukuran *powder* berpengaruh terhadap perubahan nilai TDS
- Keputusan menolak hipotesis awal (H₀) jika $F_{hitung} > F_{tabel}$.
- Keputusan gagal menolak hipotesis awal (H₀) jika $F_{hitung} < F_{tabel}$.
- Taraf signifikan (α) yaitu sebesar 5% atau 0,05.

Berdasarkan hasil analisis varian terhadap respon TDS pada tabel tabel 4.5 menunjukkan bahwa $F_{value} \text{ Suhu} > F_{tabel}$, Untuk F_{value} suhu sebesar 71,07 dengan F_{tabel} sebesar 6,41 sehingga menunjukkan bahwa keputusannya menolak hipotesis awal (H₀). Artinya suhu aktivasi berpengaruh terhadap perubahan nilai TDS. F_{value}

waktu penahan $< F_{\text{tabel}}$ dengan nilai F_{value} waktu penahan sebesar 0,36 dengan F_{tabel} 6,41 sehingga menunjukkan keputusan gagal menolak hipotesis awal (H_0). Artinya waktu penahan tidak berpengaruh terhadap perubahan nilai TDS. F_{value} ukuran $> F_{\text{tabel}}$, Untuk F_{value} ukuran sebesar 33,00 dengan F_{tabel} sebesar 6,41 sehingga menunjukkan bahwa keputusan menolak hipotesis awal (H_0). Artinya ukuran berpengaruh terhadap perubahan nilai TDS.

F_{value} kuadrat suhu $< F_{\text{tabel}}$, F_{value} kuadrat waktu penahan $< F_{\text{tabel}}$, untuk nilai F_{value} kuadrat suhu aktivasi sebesar 5,01, F_{value} kuadrat waktu penahan sebesar 2,04 dengan nilai F_{tabel} sebesar 6,41. Sehingga menunjukkan bahwa keputusan gagal menolak hipotesis awal (H_0). Artinya kuadrat suhu aktivasi dan kuadrat waktu penahan tidak berpengaruh terhadap perubahan nilai TDS. F_{value} kuadrat ukuran $> F_{\text{tabel}}$, untuk nilai F_{value} kuadrat ukuran sebesar 26,81 dengan nilai F_{tabel} 6,41. Sehingga menunjukkan keputusan menolak hipotesis awal, artinya kuadrat ukuran berpengaruh terhadap perubahan nilai TDS.

F_{value} interaksi suhu aktivasi dan waktu penahan $< F_{\text{tabel}}$, F_{value} interaksi suhu aktivasi dan ukuran $< F_{\text{tabel}}$ dan F_{value} interaksi waktu penahan dan ukuran $< F_{\text{tabel}}$. Nilai F_{value} interaksi suhu dan waktu sebesar 0,03, nilai F_{value} interaksi suhu dan ukuran sebesar 0,23 dan nilai F_{value} interaksi waktu penahan dan ukuran sebesar 0,03 dengan nilai F_{tabel} sebesar 6,41. Sehingga menunjukkan keputusan menolak hipotesis awal (H_0), artinya interaksi dua faktor antara suhu aktivasi dan waktu penahan, suhu dan ukuran, serta waktu penahan dan ukuran tidak berpengaruh terhadap perubahan nilai TDS.

4.3.4. Persamaan *Second Order*

Minitab 21.3 (lisensi minitab) digunakan untuk memverifikasi keakuratan pemrosesan dan analisis data. Lampiran 6 berisi kode Minitab untuk menyelesaikan masalah orde dua. Persamaan (2.4) dapat digunakan untuk mendapatkan persamaan orde dua dengan menggunakan metode regresi.

$$\beta = \begin{pmatrix} \hat{\beta}_0 \\ \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \\ \hat{\beta}_3 \\ \hat{\beta}_{11} \\ \hat{\beta}_{22} \\ \hat{\beta}_{33} \\ \hat{\beta}_{12} \\ \hat{\beta}_{13} \\ \hat{\beta}_{23} \end{pmatrix} = ((X'X)^{-1})(X'y)$$

Berikut adalah proses untuk mendapatkan persamaan *second order* dalam bentuk *coded* dari persamaan di atas:

Matriks X

1	-1	-1	0	1	1	0	1	0	0
1	1	-1	0	1	1	0	-1	0	0
1	-1	1	0	1	1	0	-1	0	0
1	1	1	0	1	1	0	1	0	0
1	-1	0	-1	1	0	1	0	1	0
1	1	0	-1	1	0	1	0	-1	0
1	-1	0	1	1	0	1	0	-1	0
1	1	0	1	1	0	1	0	1	0
1	0	-1	-1	0	1	1	0	0	1
1	0	1	-1	0	1	1	0	0	-1
1	0	-1	1	0	1	1	0	0	-1
1	0	1	1	0	1	1	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Matriks Y (Respon TDS)

$\begin{bmatrix} 89,67 \\ 70,00 \\ 89,67 \\ 71,00 \\ 79,00 \\ 59,00 \\ 87,33 \\ 70,33 \\ 68,67 \\ 66,00 \\ 85,00 \\ 81,33 \\ 89,33 \\ 82,33 \\ 86,67 \end{bmatrix}$

Matriks X^T

$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

Matriks (X^TX)

$\begin{bmatrix} 15 & 0 & 0 & 0 & 8 & 8 & 8 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 8 & 0 & 0 & 0 & 8 & 4 & 4 & 0 & 0 & 0 \\ 8 & 0 & 0 & 0 & 4 & 8 & 4 & 0 & 0 & 0 \\ 8 & 0 & 0 & 0 & 4 & 4 & 8 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 \end{bmatrix}$

Matriks $(X^T X)^{-1}$

$$\begin{bmatrix} 0,333 & 0 & 0 & 0 & -0,166 & -0,166 & -0,166 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,125 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,125 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,125 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -0,166 & 0 & 0 & 0 & 0,270 & 0,020 & 0,020 & 0 & 0 & 0 \\ -0,166 & 0 & 0 & 0 & 0,020 & 0,270 & 0,020 & 0 & 0 & 0 \\ 0,166 & 0 & 0 & 0 & 0,020 & 0,020 & 0,027 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,250 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,250 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,250 \end{bmatrix}$$

Matriks $X^T y$

$$\begin{bmatrix} 1175,33 \\ -75,33 \\ -5,33 \\ 51,33 \\ 616 \\ 621,33 \\ 596,66 \\ 1 \\ 3 \\ -1 \end{bmatrix}$$

Matriks $(X^T X)^{-1} X^T y$

$$\begin{bmatrix} 86,11 \\ -9,41 \\ -0,66 \\ 6,41 \\ -3,68 \\ -2,34 \\ -8,51 \\ 0,25 \\ 0,75 \\ -0,25 \end{bmatrix}$$

Dari hasil perhitungan menggunakan persamaan (2.3), diperoleh persamaan bentuk kedua (*second order*) dalam *coded* sebagai berikut:

$$Y = 86,11 - 9,41X_1 - 0,66X_2 + 6,41X_3 - 3,68X_1^2 - 2,34X_2^2 - 8,51X_3^2 + 0,25X_1X_2 + 0,75X_1X_3 - 0,25X_2X_3$$

Dengan :

Y = Prediksi nilai TDS

X₁= Nilai kode suhu aktivasi

X₂= Nilai kode waktu penahan

X₃= Nilai kode ukuran

4.3.5. Analisis Koefisien Determininasi

Untuk mendapatkan nilai R kuadrat, kita akan menggunakan persamaan (2.14). Perhitungan R kuadrat untuk persamaan *second order* dalam coded adalah sebagai berikut:

$$R^2 = \frac{SS_{\text{model}}}{SS_{\text{total}}}$$

$$R^2 = \frac{1354,86}{1404,77}$$

$$R^2 = 0,9645$$

$$R^2 = 96,45\%$$

Hasil perhitungan *R Square* divalidasi menggunakan aplikasi minitab, untuk hasil validasi ditunjukkan pada tabel 4.7 dibawah ini

Tabel 4. 6 Model Summary by minitab

<i>S</i>	<i>R-sq</i>	<i>R-sq (adj)</i>	<i>R-sq (pred)</i>
3,15	96,45%	90,05%	67,59%

Dari nilai *R Square* yang diperoleh, terlihat bahwa persamaan regresi yang terbentuk memiliki tingkat kecocokan sebesar 96,41%. Ini mengindikasikan bahwa persamaan regresi dapat memberikan gambaran atau representasi sebesar 96,41% terhadap populasi sebenarnya.

4.3.6. Menentukan titik *Stationary Point* (X₀)

Dari persamaan *second order* yang telah didapatkan, digunakan untuk menentukan *stationary point* (X₀) dengan terlebih dahulu mencari nilai matriks *B* dan matrik *b*.

$$\text{Matriks } B = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_{11} & \frac{1}{2}(\hat{\beta}_{12}) & \frac{1}{2}(\hat{\beta}_{13}) \\ \frac{1}{2}(\hat{\beta}_{12}) & \hat{\beta}_{22} & \frac{1}{2}(\hat{\beta}_{23}) \\ \frac{1}{2}(\hat{\beta}_{13}) & \frac{1}{2}(\hat{\beta}_{23}) & \hat{\beta}_{33} \end{bmatrix} \text{ dan matriks } b = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \\ \hat{\beta}_3 \end{bmatrix}$$

Perhitungan *stationary point* (X_0) berdasarkan persamaan (2.5) berikut ini;

$$X_0 = -\frac{1}{2}B^{-1}b$$

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} -3,680 & 0,125 & 0,375 \\ 0,125 & -2,347 & -0,125 \\ 0,375 & -0,125 & -8,513 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -4,708 \\ -0,333 \\ 3,208 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} -0,273 & -0,013 & -0,011 \\ -0,013 & -0,427 & 0,005 \\ -0,011 & 0,005 & -0,118 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -4,708 \\ -0,333 \\ 3,208 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1,253 \\ 0,226 \\ -0,324 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = \begin{bmatrix} -0,626 \\ -0,113 \\ 0,162 \end{bmatrix}$$

4.3.7. Menentukan Nilai Optimum dari Faktor X_1 , X_2 dan X_3

Untuk menentukan nilai optimum dari masing-masing variabel bebas menggunakan titik stationary yang telah didapatkan pada persamaan 2.5. Berikut adalah perhitungan nilai optimum dari variabel bebas dalam bentuk coded (kode):

$$X_0 = \begin{bmatrix} -0,626 \\ -0,113 \\ 0,162 \end{bmatrix}$$

- Mencari nilai optimum untuk suhu aktivasi (X_1)

$$X_1 = \frac{\text{Suhu aktivasi} - \text{Centerpoint}}{\frac{1}{2}(\text{maksimum} - \text{minimum})}$$

$$X_1 = \frac{\text{Suhu aktivasi} - 600}{\frac{1}{2}(700 - 500)}$$

$$-0,626 = \frac{\text{Suhu aktivasi} - 600}{\frac{1}{2}(200)}$$

$$-0,626 = \frac{\text{Suhu aktivasi} - 600}{100}$$

$$\text{Suhu aktivasi} = -0,626 (100) + 600$$

$$\text{Suhu aktivasi} = 537,30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Mencari nilai optimum untuk waktu penahan (X_2)

$$X_2 = \frac{\text{Waktu penahan} - \text{Centerpoint}}{\frac{1}{2}(\text{maksimum} - \text{minimum})}$$

$$X_2 = \frac{\text{Waktu penahan} - \text{Centerpoint}}{\frac{1}{2}(360 - 120)}$$

$$-0,113 = \frac{\text{Waktu penahan} - 240}{\frac{1}{2}(240)}$$

$$-0,113 = \frac{\text{Waktu penahan} - 240}{120}$$

$$\text{Waktu Penahan} = -0,113 (120) + 240$$

$$\text{Waktu Penahan} = 226,43 \text{ menit}$$

- Mencari nilai optimum untuk ukuran (X_3)

$$X_2 = \frac{\text{Ukuran} - \text{Centerpoint}}{\frac{1}{2}(\text{maksimum} - \text{minimum})}$$

$$X_2 = \frac{\text{Ukuran} - \text{Centerpoint}}{\frac{1}{2}(200 - 100)}$$

$$0,162 = \frac{\text{Ukuran} - 150}{\frac{1}{2}(100)}$$

$$0,162 = \frac{\text{Ukuran} - 150}{50}$$

$$\text{Ukuran} = 0,162 (50) + 150$$

$$\text{Ukuran} = 158,12 \text{ mesh}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai optimum TDS untuk suhu adalah 537,30 °C, Waktu penahan adalah 226,43 menit dan Ukuran adalah 158,12.

4.3.8. Menentukan Prediksi Nilai Respon TDS pada *Stationary Point*

Prediksi nilai respon TDS dari titik *stationary point* dapat menggunakan persamaan (2.7). Berikut adalah perhitungannya:

$$\hat{y}_0 = \hat{\beta}_0 + \frac{1}{2} x_0' b$$

$$\hat{y}_0 = 86,11 + \frac{1}{2} \begin{bmatrix} -0,626 \\ -0,113 \\ 0,162 \end{bmatrix}' \begin{bmatrix} -4,708 \\ -0,333 \\ 3,208 \end{bmatrix}$$

$$\hat{y}_0 = 86,11 + \frac{1}{2} [-0,626 \quad -0,113 \quad 0,162] \begin{bmatrix} -4,708 \\ -0,333 \\ 3,208 \end{bmatrix}$$

$$\hat{y}_0 = 87,86$$

Sehingga prediksi nilai respon TDS dari *stationary point* adalah 87,86. Berdasarkan hasil TDS yang didapatkan dari titik *stationary* masih memenuhi standar air minum dengan batas maksimum 500 ppm.

4.3.9. Analisis Kanonikal

Persamaan kanonikal dibentuk berdasarkan model kedua. Melalui penerapan persamaan (2.8), kita mendapatkan bentuk persamaan sebagai berikut:

$$\hat{y} = \hat{y}_0 + \lambda_1 \omega_1^2 + \lambda_2 \omega_2^2 + \lambda_3 \omega_3^2$$

$$\hat{y} = \hat{y}_0 - 3,680 \omega_1^2 - 2,3470 \omega_2^2 - 8,513 \omega_3^2$$

Dari persamaan berikut didapatkan bentuk kanonikal maksimum dikarenakan nilai konstanta dari $\lambda_1, \lambda_2,$ dan λ_3 dari persamaan diatas yaitu sama tanda (-), sehingga model dari persamaan diatas bentuk kanonikal maksium. Arti dari bentuk kanonikal maksimum ialah bahwa nilai optimal terletak pada titik maksimum.

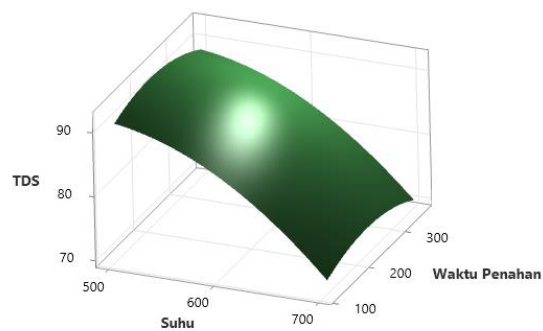
4.3.10. Grafik *Surface Plot*

Grafik *surface plot* menggambarkan bentuk permukaan yang dihasilkan dari interaksi antara variabel bebas terhadap respon TDS dengan letak titik stationer yang didapatkan. Hubungan interaksi antarvariabel diplotkan dengan dua variabel bebas yaitu antara suhu dan waktu penahan, interaksi antara suhu dan ukuran dan

interaksi antara waktu penahan dan ukuran. Dari hubungan interaksi antara dua variabel dapat dilihat bentuk permukaan pada grafik *surface plot* dibawah ini. Grafik *surface plot* telah dilakukan validasi menggunakan *software* minitab versi 21.3 (minitab *license*).

a) *Surface Plot* interaksi Suhu dan Waktu penahan

Surface plot pH antara suhu dan waktu penahan ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

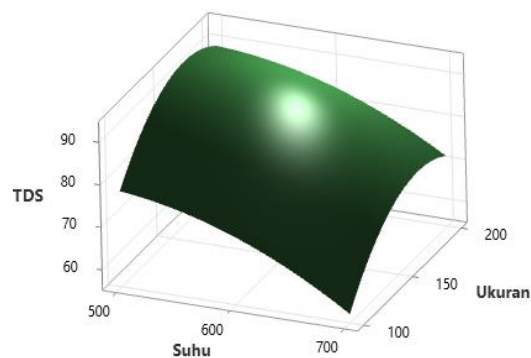


Gambar 4. 12 *Surface plot* antara suhu dan waktu

Berdasarkan gambar 4.12 bahwa kurva yang terbentuk adalah *maksimum* dengan nilai maksimum dari suhu berada pada 537,30°C dan waktu penahan berada pada 226,43 menit.

b) *Surface Plot* interaksi Suhu dan Ukuran

Surface plot pH antara suhu dan ukuran ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

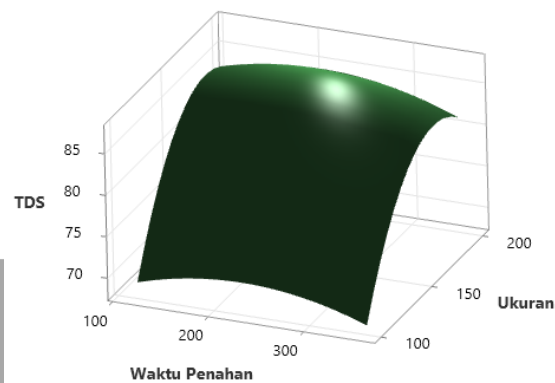


Gambar 4. 13 *Surface plot* interaksi Suhu dan Ukuran

Berdasarkan gambar 4.13 bahwa kurva yang terbentuk adalah *kanonikal maksimum* dengan nilai maksimum dari suhu berada pada 537,30 °C dan ukuran berada pada 158,12.

c) *Surface Plot* interaksi Waktu penahan dan Ukuran

Surface plot pH antara waktu penahan dan ukuran ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 14 *Surface plot* interaksi antara waktu penahan dan ukuran

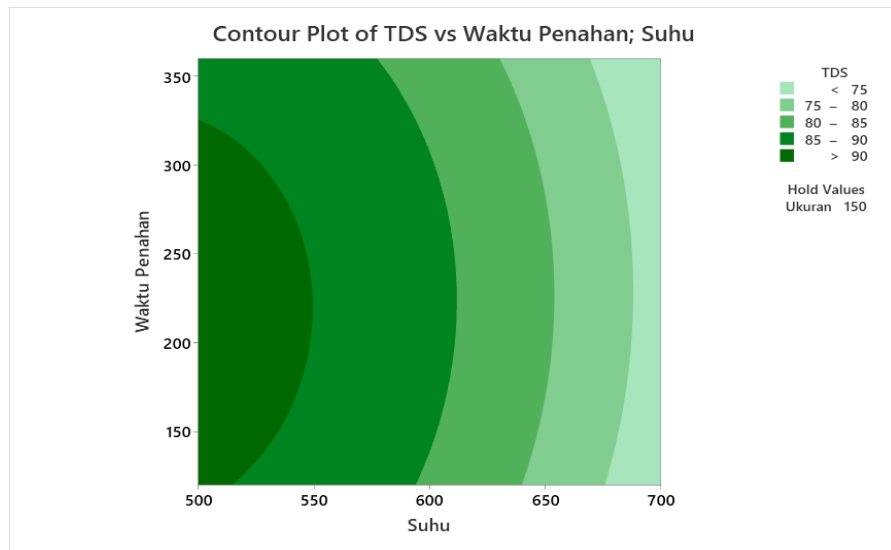
Berdasarkan gambar 4.14 bahwa kurva yang terbentuk adalah *kanonikal maksimum* dengan nilai maksimum dari waktu penahan berada pada 226,43 menit dan ukuran berada pada 158,12.

4.3.11. Grafik *Contour Plot*

Grafik *contour plot* telah divalidasi menggunakan *software* minitab versi 21.3 (minitab *license*).

a) *Contour Plot* Interaksi antara suhu dan waktu penahan

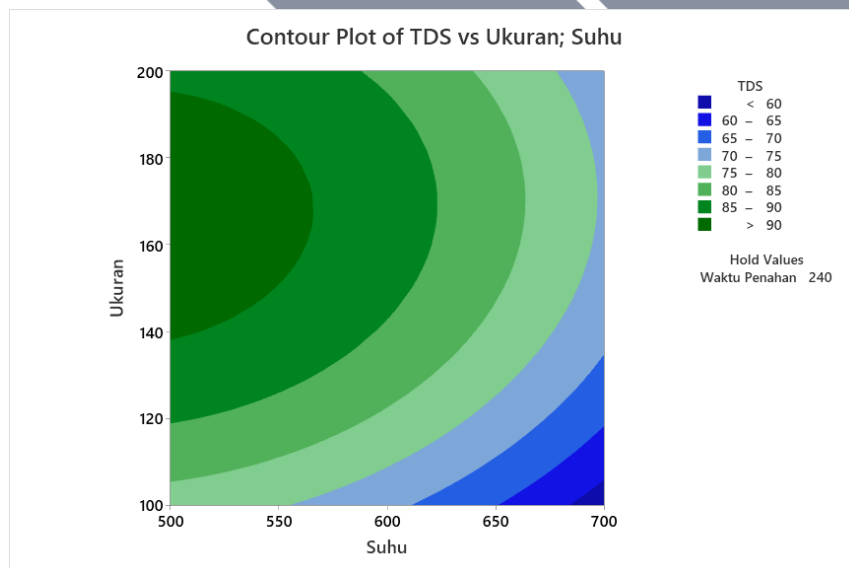
Berdasarkan gambar 4.15 *contour plot* dibawah ini menunjukkan hubungan antara suhu dan waktu penahan yang digunakan untuk melihat respon TDS. Wilayah yang lebih gelap menunjukkan kualitas yang lebih tinggi. Untuk nilai yang digunakan untuk TDS yang sesuai dan masih bisa digunakan untuk keperluan air minum dengan TDS dengan kadar maksimum 500 ppm. Untuk nilai TDS 75-80 yang masih digunakan sesuai dengan standar adalah suhu 650 °C dan waktu penahan 350 menit.



Gambar 4. 15 *Contour Plot* interaksi Suhu dan Waktu

b) *Contour Plot* Interaksi antara suhu dan ukuran

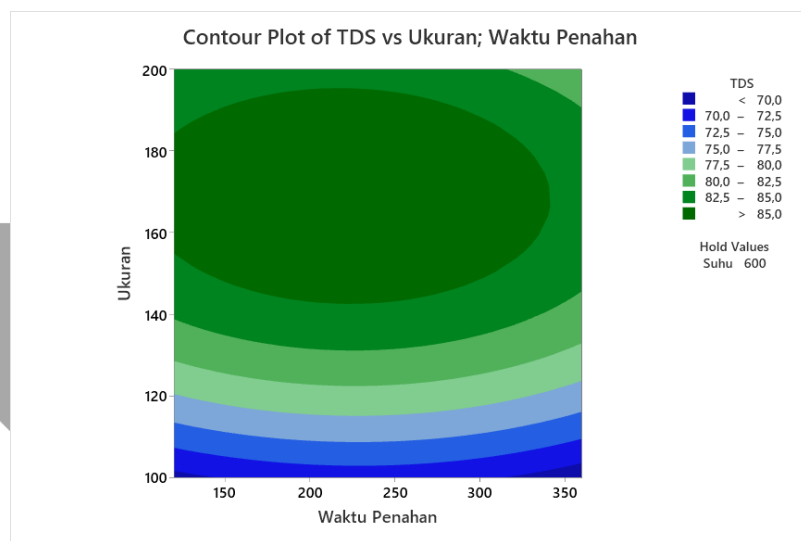
Berdasarkan gambar 4.16 *contour plot* ini menunjukkan hubungan antara suhu dan ukuran yang digunakan untuk melihat respon dari TDS. Wilayah yang lebih gelap menunjukkan kualitas yang lebih tinggi. Untuk nilai yang digunakan untuk TDS yang sesuai dan masih bisa digunakan untuk keperluan air minum dengan kapasitas maksimum 500 ppm. Untuk nilai TDS 60-65 yang masih bisa digunakan sesuai dengan standar adalah suhu 650°C dan ukuran 100 mesh.



Gambar 4. 16 *Contour Plot* interaksi Suhu dan ukuran

c) Contour Plot Interaksi antara waktu penahan dan ukuran

Berdasarkan gambar 4.17 *contour plot* dibawah ini menunjukkan hubungan antara waktu penahan dan ukuran yang digunakan untuk menaikkan pH pada air. Wilayah yang lebih gelap menunjukkan kualitas yang lebih tinggi. Untuk nilai yang digunakan untuk TDS yang sesuai dan masih bisa digunakan untuk keperluan air minum dengan kapasitas maksimum 500 ppm. Untuk nilai TDS 70-72,5 adalah ukuran 100 mesh dan waktu penahan 150 menit.



Gambar 4. 17 *Contour Plot* interaksi Waktu penahan dan ukuran

4.4. Perbedaan Cangkang Kerang Darah Sebelum Dan Setelah Di Aktivasi

Untuk melihat perbedaan cangkang kerang darah sebelum dan setelah diaktivasi dilakukan pengujian *X-Ray Fluorescence (XRF)* untuk melihat kandungan yang terkandung didalam sampel. Hasil pengujian XRF untuk sampel sebelum dan setelah diaktivasi dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian XRF

Molekul	Sebelum Aktivasi	Setelah Aktivasi
	%	%
Ca	98,29	96,95
Fe	0,16	1,30
Cu	0,051	0,039
Sr	0,77	0,80

Molekul	Sebelum Aktivasi	Setelah Aktivasi
	%	%
Yb	0,58	0,54
Lu	0,15	
S		0,12
Ti		0,1
Mn		0,052
Ba		0,09

Berdasarkan tabel hasil pengujian XRF pada tabel 4.7 kandungan yang banyak terkandung didalam cangkang kerang darah adalah Ca dengan kandungan 98,29% sebelum diaktivasi dan 96,95% setelah aktivasi. Dari kandungan Ca yang tinggi sebelum aktivasi mengindikasikan bahwa senyawa penyusun cangkang kerang adalah CaCO_3 (Saraswati et al. 2023). Penurunan kadar Ca setelah aktivasi dikarenakan saat proses aktivasi Ca berubah menjadi abu (Dwi Sephtiani 2016) dan hasil aktivasi fisika yang semula CaCO_3 menjadi CaO (Rahimawat et al. 2019). Komposisi CaO ini membawa sifat basa sehingga bisa mempengaruhi pH dalam air.

Hasil setelah diaktivasi memunculkan senyawa baru yang tidak ada di kerang sebelum diaktivasi yaitu S, Ti, Mn, dan Ba. Hasil setelah aktivasi terjadinya peningkatan dan pengurangan kandungan Fe dari 0,16% menjadi 1,30% , Cu dari 0,051 menjadi 0,039 , Sr dari 0,77 menjadi 0,80 , dan Yb dari 0, 58 menjadi 0,54. Peningkatan kandungan Fe , Sr dan kemunculan unsur Ti, Mn dan Ba dikarenakan dalam cangkang kerang terdapat gugus C=O yang dapat menyerap kandungan seperti logam (Dwi Sephtiani 2016). Terdapatnya kandungan baru , penurunan dan kenaikan pada cangkang kerang darah setelah diaktivasi menandakan bahwa cangkang kerang bisa digunakan sebagai adsorben.

Tabel 4. 8 Hasil pengujian pH dan TDS sebelum dan setelah aktivasi

Mesh	pH		TDS	
	Sebelum Aktivasi	Setelah aktivasi	Sebelum Aktivasi	Setelah aktivasi
100	6,0	7,4	72,3	68,16
150	6,2	8,3	101,3	82,66
200	6,4	8,5	118	80,99

Berdasarkan tabel 4.8 menunjukkan hasil yang signifikan pH dan TDS antara cangkang kerang sebelum aktivasi dan setelah aktivasi. pH air sebelum cangkang kerang diaktivasi tidak memenuhi standar air baku yang diizinkan yaitu 6,5-8,5 (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, 2010). Kandungan cangkang kerang sebelum diaktivasi yaitu CaCO_3 sehingga perubahan nilai pH yang tidak signifikan (Afriani et al. 2020). Cangkang kerang darah setelah diaktivasi menunjukkan hasil yang diizinkan untuk pH disebabkan hasil aktivasi fisika cangkang kerang darah yaitu CaO yang bersifat basa (Rahimawat et al. 2019) dan pada saat proses aktivasi luas permukaan adsorben (CaO) dan distribusi pori-pori menjadi besar, sehingga adsorbat dapat lebih mudah bergerak melalui material (Marsh and Rodriguez-Reinoso 2006). Setelah adsorben diaktivasi secara fisika pada cangkang kerang, terjadi proses penyerapan di mana pH naik dari keadaan asam menjadi basa. Perubahan ini disebabkan oleh peningkatan konsentrasi ion karbonat dan bikarbonat dalam air (Yuliandini 2,013) .

Berdasarkan hasil TDS antara cangkang kerang sebelum dan setelah aktivasi memiliki hasil yang berbeda. Cangkang kerang sebelum aktivasi memiliki nilai TDS yang lebih rendah dibandingkan setelah aktivasi dikarenakan cangkang kerang hasil aktivasi memiliki ukuran dan distribusi pori yang lebih besar daripada cangkang kerang sebelum aktivasi. Dari ukuran dan distribusi pori besar ini mengakibatkan laju proses adsorpsi meningkat, ditandai dengan pH dan TDS yang naik disebabkan oleh peningkatan ion bikarbonat dan bikarbonat larut dalam air (Dwi Ngandayani 2011). Untuk hasil pengujian pH dan TDS sebelum diaktivasi bisa dilihat pada lampiran 8.

Menurut tabel 4.1 (hasil pengujian pH) dan nilai respon pH dari penelitian ini yaitu 8,48 lebih baik dari penelitian yang dilakukan oleh (Rahimawat et al. 2019) yaitu sebesar 6,28. Dari penelitian ini nilainya memenuhi standar air minum dengan batas nilai pH 6,5-8,5 (Menteri Kesehatan Republik Indonesia 2010). Nilai pH yang didapatkan pada penelitian ini lebih baik dikarenakan terdapat perbedaan dalam suhu aktivasi, waktu penahan, ukuran dan massa. Dalam penelitian ini menggunakan suhu aktivasi 500 °C, 600°C dan 700 °C , waktu penahan 120 menit,

240 menit dan 360 menit, ukuran 100 mesh, 150 mesh dan 200 mesh dan massa 0,3 gram. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh (Rahimawat et al. 2019) menggunakan suhu aktivasi 500 °C , waktu penahan 240 menit, ukuran 150 mesh dan massa 2 gram ,4 gram ,6 gram dan 10 gram.

Menurut tabel 4.4 (hasil pengujian pH) dan nilai respon pH dari penelitian ini yaitu 87,86 PPM lebih baik dari penelitian yang dilakukan oleh (Rahimawat et al. 2019) yaitu sebesar 1488 PPM. Dari penelitian ini nilainya memenuhi standar air minum dengan batas maksimum TDS 500 PPM (Mentri Kesehatan Republik Indonesia 2010). Nilai TDS yang didapatkan pada penelitian ini lebih baik dikarenakan terdapat perbedaan dalam suhu aktivasi, waktu penahan, ukuran, massa dan TDS awal. Dalam penelitian ini menggunakan suhu aktivasi 500 °C, 600°C dan 700 °C , waktu penahan 120 menit, 240 menit dan 360 menit, ukuran 100 mesh, 150 mesh dan 200 mesh, massa 0,3 gram dan TDS awal sebesar 39 PPM. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh (Rahimawat et al. 2019) menggunakan suhu aktivasi 500 °C , waktu penahan 240 menit, ukuran 150 mesh, massa 2 gram ,4 gram ,6 gram dan 10 gram dan TDS awal sebesar 1461 PPM.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil eksperimen dan analisis yang telah dilakukan terhadap penelitian yang berjudul “Optimasi Suhu dan Waktu Aktivasi Limbah Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) Pada Proses Pembuatan Karbon Aktif Metode Fisika” bahwa:

1. Berdasarkan hasil analisis varian terhadap uji pH, waktu penahan dan ukuran memiliki pengaruh yang signifikan dengan nilai F_{value} waktu penahan dan F_{value} ukuran $>F_{\text{tabel}}$ dengan nilai F_{value} waktu penahan sebesar 12,7, F_{value} ukuran sebesar 81,48 dengan F_{tabel} 6,41. Permukaan respon yang dihasilkan adalah *saddle point* sehingga nilai optimal berada pada *stationary point* (X_0). Titik optimal (*code*) suhu, waktu penahan dan ukuran yaitu berada pada -0,187, -0,712 dan 0,268. Dengan nilai optimal suhu 581,21°C, waktu penahan 154,47 menit dan ukuran 163,42 mesh. Nilai respon pH pada titik optimal adalah 8,42 dan memenuhi standar air minum yaitu dengan pH 6,5-8,5.
2. Berdasarkan hasil analisis varian terhadap uji TDS, suhu dan ukuran memiliki pengaruh yang signifikan dengan nilai F_{value} suhu dan F_{value} ukuran $>F_{\text{tabel}}$ dengan nilai F_{value} suhu sebesar 71,07, F_{value} ukuran sebesar 33,00 dengan F_{tabel} 6,41. Permukaan respon yang dihasilkan adalah *convex* dengan nilai optimal berada pada titik maksimum. Dengan nilai optimal suhu 537,30°C, waktu penahan 226,43 menit dan ukuran 158,12 mesh. Nilai respon TDS pada titik optimal adalah 87,86 PPM dan memenuhi standar air minum dengan nilai TDS maksimum 500 PPM.
3. Berdasarkan hasil XRF terdapat perbedaan kandungan yang signifikan antara cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) sebelum dan sesudah diaktivasi. Unsur yang lebih dominan dari cangkang kerang ini yaitu Ca dan penurunan kadar Ca setelah aktivasi dikarenakan saat proses aktivasi Ca berubah menjadi abu. Hasil setelah diaktivasi memunculkan senyawa baru yang tidak ada di kerang sebelum diaktivasi yaitu S, Ti, Mn, Ba dikarenakan cangkang kerang

memiliki gugus C=O yang bisa menyerap logam. Cangkang kerang darah setelah aktivasi memiliki luas permukaan yang lebih besar daripada cangkang kerang sebelum diaktivasi ditandai dengan kenaikan pH dan TDS yang signifikan dan memenuhi standar yang diizinkan sebagai air minum dan untuk.

5.2. Saran

Saran yang dapat disampaikan oleh penulis untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

- a. Terdapat faktor-faktor lain yang mempengaruhi nilai pH dan TDS sehingga dapat digunakan pada penelitian kedepannya.
- b. Dapat menggunakan aktivasi kimia untuk melihat perbedaan hasil aktivasi fisika dan kimia.
- c. Dapat menggunakan pengujian kualitas air minum lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, Fitri, Rifqi A. Rafsanjani, and Yuant Tiandho. 2020. *Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Darah Sebagai Bio-Koagulan Untuk Penjernihan Air Tanah Terpolusi (Studi Kasus: Selindung)*.
- Al-Kinani, Mojtaba, Furqan A. Abbas, Duaa Abbas, Ali R. Kadhem, and Ali Naeem. 2023. *PH Meter*.
- Aprionis. 2015. "Bangka Barat Ditetapkan Kawasan Budidaya Kerang Darah - ANTARA News Bangka Belitung." *ANTARA BABEL*. Retrieved May 8, 2023 (<https://babel.antaranews.com/berita/30073/bangka-barat-ditetapkan-kawasan-budidaya-kerang-darah>).
- AZoM. 2002. "Particle Size - US Sieve Series and Tyler Mesh Size Equivalents." *AZO Materials*. Retrieved December 3, 2023 (<https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=1417>).
- Cahyono, Ari Dwi, and Tuhu Agung R. 2010. "Pemanfaatan Karbon Aktif Tempurung Kenari Sebagai Adsorben Fenol Dan Klorofenol Dalam Perairan." *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* 4:4.
- Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap. 2010. *STATISTIK PERIKANAN TANGKAP INDONESIA, 2010*. Vol. 11.
- Donatus Dasapurna Putranta. 2015. "DKP Latih Warga Manfaatkan Cangkang Kerang - ANTARA News Bangka Belitung." Retrieved May 8, 2023 (<https://babel.antaranews.com/berita/31175/dkp-latih-warga-manfaatkan-cangkang-kerang>).
- Donna Imelda, Amalia Khanza, and Dita Wulandari. 2019. "Pengaruh Ukuran Partikel Dan Suhu Terhadap Penyerapan Logam Tembaga (Cu) Dengan Arang Aktif Dari Kulit Pisang Kepok (Musa Paradisiaca Formatypica)." *Jurnal Teknologi* 6(2):107–18.
- Douglas C. Montgomery. 2020. *Design and Analysis of Experiments 10 Edition*. New York: John Wiley and Sons.

- Dwi Ngandayani. 2011. "Adsorpsi Karbon Aktif Dari Tempurung Kluwak (*Pangium Edule*) Terhadap Penurunan Fenol." SKRIPSI, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Dwi Sephtiani. 2016. "Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) Sebagai Adsorben Penyerap Logam Chromium (Cr)." SKRIPSI, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Febri Eko Wahyudianto, and ST. ., MT. Dr. ALI MASDUQI. 2016. "Studi Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) Sebagai Adsorben Pb²⁺, Cu²⁺, Dan Zn²⁺."
- Giyatmi, Zaenul Kamal, and Damajati Melati. 2008. "Penurunan Kadar Cu, Cr, Dan Ag Dalam Limbah Cair Industri Perak Di Kotagede Setelah Diadsorpsi Dengan Tanah Liat Dari Daerah Godean." *SDM TEKNOLOGI NUKLIR YOGYAKARTA*.
- Handra Hafisko, Ardiyanto, and Maycel Trixi. 2014. "Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa* Linn.) Dalam Sintesis Nanohidroksiapatit Sebagai Bone Implan Untuk Kerusakan Tulang."
- Hyprowira. 2020. "4 Faktor Yang Mempengaruhi PH." Retrieved December 25, 2023 (<https://hyprowira.com/blog/faktor-yang-mempengaruhi-ph>).
- Marsh, Harry, and Francisco Rodriguez-Reinoso. 2006. *Activated Carbon*. Vol. 16.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2010. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*.
- Mitha Christina Ginting, and Ivo Maelina Silitonga. 2019. "Pengaruh Pendanaan Dari Luar Perusahaan Dan Modal Sendiri Terhadap Tingkat Profitabilitas Pada Perusahaan Property And Real Estate Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia." *JURNAL MANAJEMEN* 5(2):195–204.
- MUHAMMAD FADEL S, and ST AMALIAH PUTRI. 2018. "Identifikasi Tingkat Kekeruhan Air Berdasar Pengolahan Citra Menggunakan Program Matlab." SKRIPSI, UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR, Makasar.
- Munasir, M., T. Triwikantoro, M. Zainuri, and D. Darminto. 2012. "Uji XRD Dan XRF Pada Bahan Mineral (Batuan Dan Pasir) Sebagai Sumber

- Material Cerdas (CaCO₃ Dan SiO₂).” *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)* 2(1):20. doi: 10.26740/jpfa.v2n1.p20-29.
- No, Hong Kyoong, Shin Ho Lee, Na Young Park, and Samuel P. Meyers. 2003. “Comparison of Physicochemical, Binding, and Antibacterial Properties of Chitosans Prepared without and with Deproteinization Process.” *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51(26):7659–63. doi: 10.1021/jf030226w.
- Nurjanah, Zulhamsyah, and Kustiyariyah. 2005. “Kandungan Mineral Dan Proksimat Kerang Darah (*Anadara granosa*) Yang Diambil Dari Kabupaten Boalemo, Gorontalo.” *Buletin Teknologi Hasil Perikanan* VIII.
- Nuryadi, S. pd. Si. ., M. Pd, SE. ., M. Si, Ak. ., CA. ., CTA Tutut Dewi Astuti, SE. ., M. Si, Ak. ., CA. ., CTA Endang Sri Utami, and SE. ., M. Si. ., AK, CA M.Budiantara. 2017. *DASAR-DASAR STATISTIK PENELITIAN*. 1st ed. Yogyakarta: Gramasurya.
- Al Omari, M. M. H., I. S. Rashid, N. A. Qinna, A. M. Jaber, and A. A. Badwan. 2016. “Calcium Carbonate.” Pp. 31–132 in *Profiles of Drug Substances, Excipients and Related Methodology*. Vol. 41. Academic Press Inc.
- Pohan H.G, and B. Tjiptahadi. 1987. “Pembuatan Desain / Prototipe Alat Pembuatan Arang Aktif Dan Studi Teknologi Ekonominya.” *BBPP IHP Proyek Penelitian Dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian IPB. Bogor*.
- Rahimawat, Nurhasanah, and Mega Nurhanisa. 2019. “Pengaruh Penambahan Massa Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) Teraktivasi Pada Peningkatan Kualitas Air Sumur Bor.” *PRISMA FISIKA* 7.
- Rahmanila Nur Zahra, S. T. ., M. Eng n Dr.Eng. Awaluddin Nurmiyanto, and S. T. ., M. Sc. ES. Ph. D. Eko Siswoyo. 2021. “Pemanfaatan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) Sebagai Koagulan Alami Dalam Menurunkan Kadar TSS Dan Kekeruhan.”

- Ratna Khairunisa. 2008. “Kombinasi Teknik Elektrolisis Dan Teknik Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif Untuk Menurunkan Konsentrasi Senyawa Fenol Dalam Air.” Skripsi, Universitas Indonesia, Depok.
- Retno, Endah, Barkah Rizki, S. Dan, and Nurul Wulandari. n.d. “Pembuatan Ethanol Fuel Grade Dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Adsorbent Granulated Natural Zeolite Dan Cao.”
- Riyanda Agustira, Kemala Sari Lubis, and Jamilah. 2013. “Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika Air Dan Debit Sungai Pada Kawasan Das Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka.” *Jurnal Online Agroekoteknologi* 1.
- Saraswati, Widya, Adioro Soetojo, Nina Dhaniar, Hermawan Adi Praja, Ratih Mahanani Santoso, Nadiah Salsabila Nosla, Ganiezha Cindananti, Rossabella Vennowusky Rafli, and Nabiela Rahardia. 2023. “CaCO₃ from Anadara Granosa Shell as Reparative Dentin Inducer in Odontoblast Pulp Cells: In-Vivo Study.” *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research* 13(2):164–68. doi: 10.1016/j.jobcr.2023.01.003.
- Satriyani Siahaan, Rosdanelli Hasibuan, and Melvha Hutapea. 2013. “Penentuan Kondisi Optimum Suhu Dan Waktu Karbonisasi Pada Pembuatan Arang Dari Sekam Padi.” *Jurnal Teknik Kimia* 2:26–30.
- Silfia Eka Dewi, Eddiwan, and Efawani. 2018. “Morphometric And Growth Patterns Of The Blood Clam (Anadara Granosa) From The Bagan Siapi-Api Coastal Area Rokan Hilir.” *BERKALA PERIKANAN TERUBUK* 46.
- Sudarmawan, Wisnu Satriyo, Jusup Suprijanto, and Ita Riniatsih. 2020. “Abu Cangkang Kerang Anadara Granosa, Linnaeus 1758 (Bivalvia: Arcidae) Sebagai Adsorben Logam Berat Dalam Air Laut.” *Journal of Marine Research* 9(3):237–44. doi: 10.14710/jmr.v9i3.26539.
- Sung H. Park. 1996. *Robust Design and Analysis for Quality Engineering*. Chapman & Hall, London.
- Suwignyo, S. ., B. ., Widigdo, Y. ., Wardiatno, and M. Krisanti. 2005. *Avertebrata Air Untuk Mahasiswa Perikanan Jilid 2*. Vol. 2.

- Tiandho, Y., H. Aldila, Mustari, Megiyo, and F. Afriani. 2018. "Utilization of Wasted Cockle Shell as a Natural Coagulant and a Neutralizer of Polluted Water in Bangka Belitung Islands, Indonesia." *Journal of Physics: Conference Series* 1013:012181. doi: 10.1088/1742-6596/1013/1/012181.
- Tri Winarni Agustini, A.Suhaeli Fahmi, Ita Widowati, and Agus Sarwono. 2011. "Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Simpson (Amusium Pleuronectes) Dalam Pembuatan Cookies Kaya Kalsium." *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* XIV:8–13.
- Widi Astuti. 2018. *Adsorpsi Menggunakan Material Berbasis Lignoselulosa*.
- Widya Utami Syafaat. 2016. "Optimasi Produksi Roti Menggunakan Metode Rancangan Percobaan Response Surface Pada Industri Rumahan Tahun 2015." Skripsi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Yuliandini, A. 2013. "Pengaruh Formasi Batuan Terhadap Karakteristik Hidrokimia Lima Sumber Mata Air Panas Di Daerah Sapan, Pinang Awan, Kecamatan Alam Pauah Duo, Kabupaten Solok Selatan." *Jurnal Fisika Unand* 4:212–19.

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Herri Gunawan
Tempat & Tanggal Lahir : Sungailiat, 11 Desember 2002
Alamat Rumah : Jl. Raya Kenanga ,Rt 07 depan rmh makan sari roso
Telp:-
HP: 085346129226
Email: herrigunawan111202@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama :Islam

2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 16 Sungailiat	Tahun 2008-2014
SMP Negeri 4 Sungailiat	Tahun 2014-2017
SMA Negeri 1 Sungailiat	Tahun 2017-2020

Sungailiat, 01 Desember 2023

Herri Gunawan

Lampiran 2 Perhitungan level Eksperiment

Faktor	Level	
	-1	1
Suhu aktivasi (°C)	500	700
Waktu Penahan (menit)	120	360
Ukuran (mesh)	100	200

a) Suhu

$$= \frac{\text{maksimum} - \text{minimum}}{2}$$

$$= \frac{700 - 500}{2}$$

$$= 100$$

$$\text{Jadi, center point} = \text{minimum} + 100$$

$$= 500 + 100$$

$$= 600$$

b) Waktu penahan

$$= \frac{\text{maksimum} - \text{minimum}}{2}$$

$$= \frac{360 - 120}{2}$$

$$= 120$$

$$\text{Jadi, center point} = \text{minimum} + 120$$

$$= 120 + 120$$

$$= 240$$

c) Ukuran

$$= \frac{\text{maksimum} - \text{minimum}}{2}$$

$$= \frac{200 - 100}{2}$$

$$= 50$$

$$\text{Jadi, center point} = \text{minimum} + 50$$

$$= 100 + 50$$

$$= 150$$

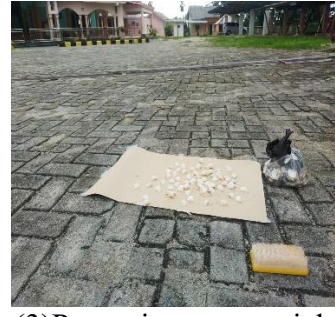
Lampiran 3 Pembuatan sampel



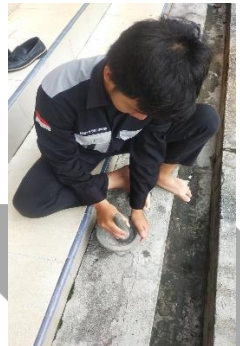
(1).Perendaman kerang darah selama 2 hari



(2).Pembersihan menggunakan brush



(3)Pengeringan material selama 2 hari



(4)Proses pembentukan powder



(5) Proses pengayakan mesh 200



(6) Proses pengayakan mesh 150



(7) Proses Pengayakan mesh 100



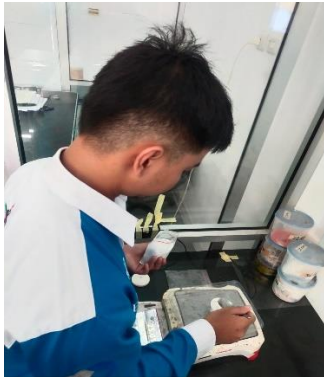
Hasil mesh 100



Hasil mesh 150



Hasil mesh 200



(8) Proses menimbang sampel sebelum diaktivasi



(9) Sebelum dioven cawan diclay



10. Kondisi sebelum diaktivasi



11. Proses setingan oven



12. Proses pengambilan sampel sebelum diaktivasi

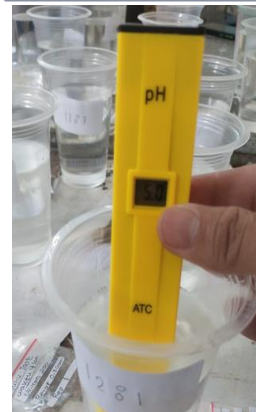
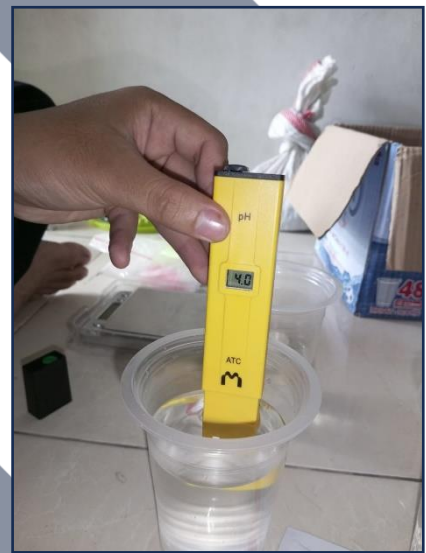
Lampiran 4 Proses Pengujian pH



Pengambilan Sampel Air



Kalibrasi pH meter



Kondisi pH awal air



Massa untuk pengujian



Pencampuran adsorben ke air



Pengadukan adsorben ke air



Kondisi pH akhir

Lampiran 5 Proses Pengujian TDS



Pengambilan Sampel Air



Kalibrasi TDS



TDS awal



Massa untuk pengujian



Pencampuran adsorben ke air



Pengadukan adsorben ke air



Kondisi TDS akhir

Lampiran 6 Hasil Pengujian pH

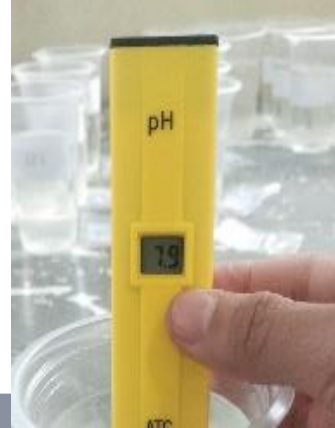
500 °C, 120 menit, 150



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

700 °C, 120 menit, 150



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

500 °C, 360 menit, 150



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

700 °C,360 menit, 150



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

500°C,240 menit,100



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

700 °C,240 menit,100



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

500 °C, 240 menit, 200



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

700 °C, 240 menit, 200



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

600 °C, 120 menit, 100



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

600 °C, 360 menit, 100



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

600 °C,120 menit, 200



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

600 °C, 360 menit, 200



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

600 °C,240 menit, 150



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

600 °C,240 menit, 150



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

600 °C,240 menit, 150



Replikasi 1












Replikasi 2



Replikasi 3

Lampiran 7 Hasil Pengujian TDS

500 °C, 120 menit, 150		
		
Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
700 °C, 120 menit, 150		
		
Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
500 °C, 360 menit, 150		
		
Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
700 °C, 360 menit, 150		



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

50 °C,240 menit, 100



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

700 °C,240 menit,100



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

500 °C, 240 menit,200



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

700 °C,240 menit,200



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

600 °C, 120 menit, 100



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

600 °C, 360 menit, 100



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

600 °C, 120 menit, 200



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

600 °C, 360 menit, 200



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

600 °C, 240 menit, 150



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

600 °C, 240 menit, 150



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

600 °C, 240 menit, 150



Replikasi 1

Replikasi 2

Replikasi 3



Lampiran 8 pH dan TDS Cangkang kerang sebelum aktivasi

pH

Mesh	Replikasi			Rata Rata
	1	2	3	
100	5,9	6	6	6,0
150	6,2	6,2	6,2	6,2
200	6,4	6,3	6,4	6,4

Mesh 100



Replikasi 1

Replikasi 2

Replikasi 3

Mesh 150



Replikasi 1

Replikasi 2

Replikasi 3

Mesh 200



Replikasi 1

Replikasi 2

Replikasi 3

TDS

Mesh	Replikasi			Rata Rata
	1	2	3	
100	58	58	58	58,0
150	64	64	64	64,0
200	70	70	70	70,0

Mesh 100



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

Mesh 150



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

Mesh 200



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

Lampiran 9 Perhitungan Persamaan Second Order pH di Software Minitab

Matrix M1

```

1 -1 -1 0 1 1 0 1 0 0
1 1 -1 0 1 1 0 -1 0 0
1 -1 1 0 1 1 0 -1 0 0
1 1 1 0 1 1 0 1 0 0
1 -1 0 -1 1 0 1 0 1 0
1 1 0 -1 1 0 1 0 -1 0
1 -1 0 1 1 0 1 0 -1 0
1 1 0 1 1 0 1 0 1 0
1 0 -1 -1 0 1 1 0 0 1
1 0 1 -1 0 1 1 0 0 -1
1 0 -1 1 0 1 1 0 0 -1
1 0 1 1 0 1 1 0 0 1
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0

```

Matrix M2

```

8,00
7,93
8,30
8,93
7,17
7,50
8,37
8,30
7,63
7,60
8,53
8,93
8,53
8,53
8,40

```

Matrix M3

```

1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
-1 1 -1 -1 -1 1 -1 1 0 0 0 0 0 0
-1 -1 1 1 0 0 0 -1 1 -1 1 0 0 0
0 0 0 -1 -1 1 1 -1 -1 1 1 0 0 0
1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0
0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0
1 -1 -1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 1 -1 -1 1 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 -1 -1 1 0 0 0

```

Matrix M4

```

15 0 0 0 8 8 8 0 0 0
0 8 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 8 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 8 0 0 0 0 0 0
8 0 0 0 8 4 4 0 0 0
8 0 0 0 4 8 4 0 0 0
8 0 0 0 4 4 8 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 4 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 4 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 4

```


Matrix M5

0,333333	0,000	0,000	0,000	-0,166667	-0,166667	-0,166667	0,00	0,00	0,00
0,000000	0,125	0,000	0,000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	0,00
0,000000	0,000	0,125	0,000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	0,00
0,000000	0,000	0,000	0,125	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	0,00
-0,166667	0,000	0,000	0,000	0,270833	0,020833	0,020833	0,00	0,00	0,00
-0,166667	0,000	0,000	0,000	0,020833	0,270833	0,020833	0,00	0,00	0,00
-0,166667	0,000	0,000	0,000	0,020833	0,020833	0,270833	0,00	0,00	0,00
0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000000	0,000000	0,000000	0,25	0,00	0,00
0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	0,25	0,00
0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	0,25

Matrix M6

122,65
0,82
1,67
4,23
64,50
65,85
64,03
0,70
-0,40
0,43

Matrix M7

8,48667
0,10250
0,20875
0,52875
-0,26708
0,07042
-0,38458
0,17500
-0,10000
0,10750

Lampiran 10 Perhitungan Persamaan Second Order TDS di Software Minitab

Matrix M1

```

1 -1 -1 0 1 1 0 1 0 0
1 1 -1 0 1 1 0 -1 0 0
1 -1 1 0 1 1 0 -1 0 0
1 1 1 0 1 1 0 1 0 0
1 -1 0 -1 1 0 1 0 1 0
1 1 0 -1 1 0 1 0 -1 0
1 -1 0 1 1 0 1 0 -1 0
1 1 0 1 1 0 1 0 1 0
1 0 -1 -1 0 1 1 0 0 1
1 0 1 -1 0 1 1 0 0 -1
1 0 -1 1 0 1 1 0 0 -1
1 0 1 1 0 1 1 0 0 1
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0

```

Matrix M2

```

89,6667
70,0000
89,6667
71,0000
79,0000
59,0000
87,3333
70,3333
68,6667
66,0000
85,0000
81,3333
89,3333
82,3333
86,6667

```

Matrix M3

```

1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
-1 1 -1 -1 1 -1 1 0 0 0 0 0 0
-1 -1 1 1 0 0 0 -1 1 -1 1 0 0
0 0 0 -1 -1 1 1 -1 -1 1 1 0 0
1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0
1 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0
0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0
1 -1 -1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 1 -1 -1 1 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 1 -1 -1 1 0 0

```

Matrix M4

```

15 0 0 0 8 8 8 0 0 0
0 8 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 8 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 8 0 0 0 0 0 0
8 0 0 0 8 4 4 0 0 0
8 0 0 0 4 8 4 0 0 0
8 0 0 0 4 4 8 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 4 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 4 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 4

```


Matrix M5

0,333333	0,000	0,000	0,000	-0,166667	-0,166667	-0,166667	0,00	0,00	0,00
0,000000	0,125	0,000	0,000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	0,00
0,000000	0,000	0,125	0,000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	0,00
0,000000	0,000	0,000	0,125	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	0,00
-0,166667	0,000	0,000	0,000	0,270833	0,020833	0,020833	0,00	0,00	0,00
-0,166667	0,000	0,000	0,000	0,020833	0,270833	0,020833	0,00	0,00	0,00
-0,166667	0,000	0,000	0,000	0,020833	0,020833	0,270833	0,00	0,00	0,00
0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000000	0,000000	0,000000	0,25	0,00	0,00
0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	0,25	0,00
0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	0,25

Matrix M6

1175,33
-75,33
-5,33
51,33
616,00
621,33
596,67
1,00
3,00
-1,00

Matrix M7

86,1111
-9,4167
-0,6667
6,4167
-3,6806
-2,3472
-8,5139
0,2500
0,7500
-0,2500

Lampiran 11 Spesifikasi pH meter

PH METER DIGITAL

SPESIFIKASI

- Rentang : 0.0 - 14.0 pH
- Resolusi : 0.1 pH
- Akurasi : +/- 0.1 pH
- Baterai : LR-44 / AG-13
- Suhu Operasional : 0°C ~ 60°C
- Kalibrasi : Manual 1 titik
- Dimensi : 150 X 30 X 15 mm
- Berat : 53 gr

CARA PEMAKAIAN

- Lepaskan tutup pelindung. Pertama-tama, bersihkan elektroda dengan air destilasi, kemudian keringkan dengan kertas tisu.
- Hidupkan pH Meter dengan menggeser tuas "ON - OFF" yang terletak pada bagian atas
- Rendam elektroda pH Meter kedalam larutan sampai batas tutup
- Aduk perlahan dan tunggu sampai angka pada pH Meter menunjukkan angka yang stabil

● Setelah pemakaian, matikan pH Meter, bilas elektroda menggunakan air destilasi dan kemudian pasang kembali tutup pelindungnya.

KALIBRASI

- Ambil bubuk pH Buffer 6.86 (warna hijau). Larutkan dalam 250 ml air destilasi, aduk sampai bubuk terlarut sempurna pada suhu 25°C
- Rendam Elektroda kedalam larutan pH 6.86, aduk perlahan dan tunggu sampai angka dilayar pH Meter stabil
- Putar sekrup pada lubang kalibrasi (menggunakan obeng yang telah disediakan) sampai angka pada layar menunjukkan angka 6.9
- Ambil bubuk pH Buffer 4.01 (warna merah). Larutkan dalam 250 ml air destilasi, aduk sampai bubuk terlarut sempurna pada suhu 25°C
- Rendam pH Meter pada larutan pH 4.01 untuk memeriksa apakah pH Meter menunjukkan angka 4.0.
- Seandainya angka belum benar, silahkan ulangi tahap diatas sekali lagi.

PENTING

Kalibrasi ulang diperlukan apabila kondisi pH Meter:

- Lama tidak digunakan
- Terlalu sering digunakan
- Diperlukan akurasi yang tinggi

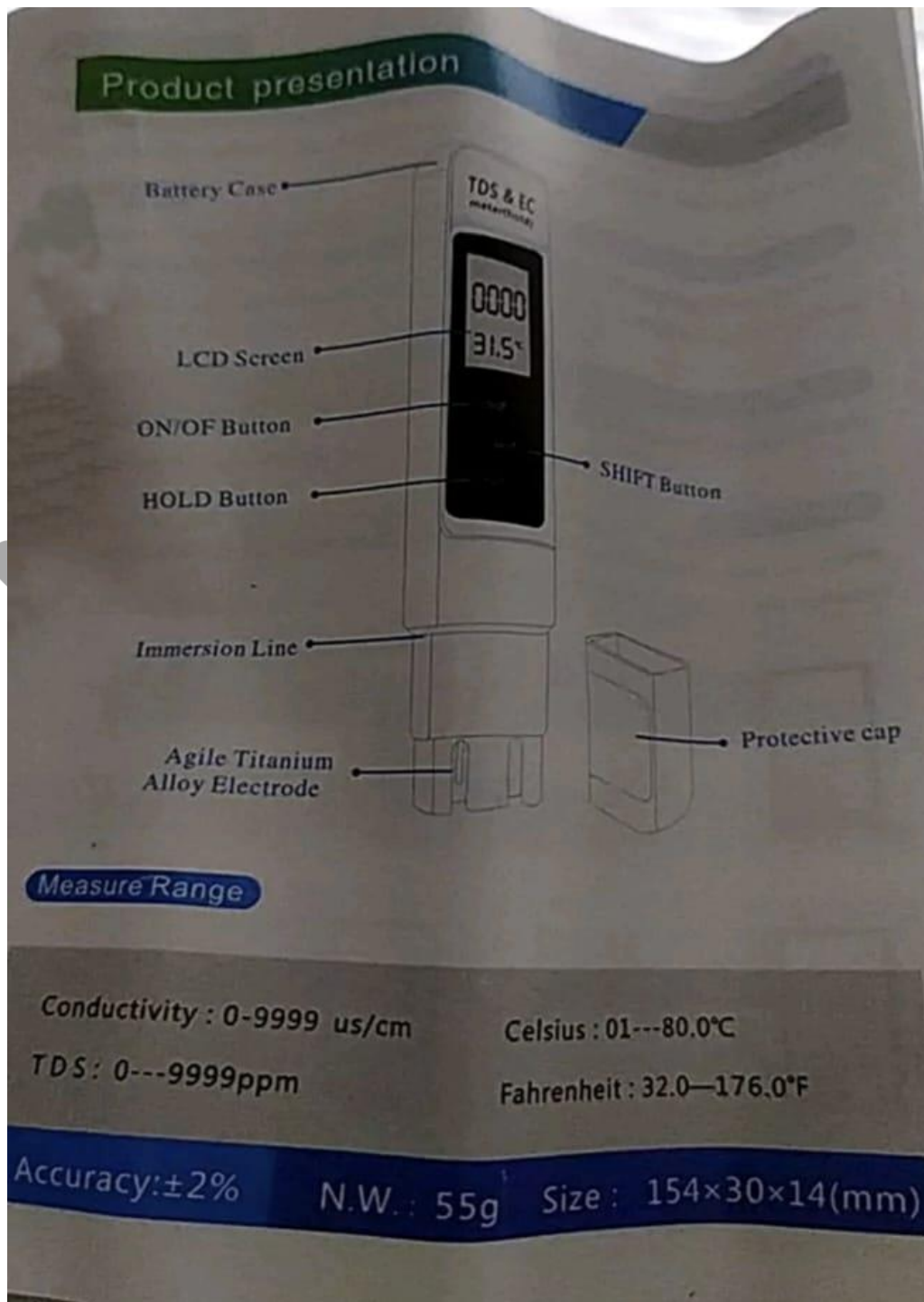
mediatech



MUDAH UNTUK DICALIBRASI

Putar sekrup pada saat kalibrasi dengan obeng sampai angka dilayar menunjukkan angka yang sesuai dengan pH larutan pada suhu yang ditentukan

Lampiran 12 Spesifikasi TDS meter



Lampiran 13 Hasil Test XRF Sebelum Diaktivasi

	UNIVERSITAS NEGERI MALANG
	FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
	LABORATORIUM MINERAL DAN MATERIAL MAJU (LABORATORIUM SENTRAL)
	Jalan Semarang 5, Malang 65145
	Telp. 0341-851312 (paw 200) 574895/ 085106001088 E-mail : laboratoriumsentral@vahoo.co.id / lab.sentral@ums.ac.id Website : central-laboratory.um.ac.id

LAPORAN HASIL UJI															
LSUM.LHU.E.965.2023															
Customers	: Dr. Sukanto, M.Eng. - Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung														
Contact Customer	: 081227215264/ Email : sukanto@polman-babel.ac.id														
Methods	: IKM.E.1														
Test Equipment	: XRF														
Received Date	: 10/11/2023														
Order Number	: LSUM.P.1202.2023														
SPECIMEN DESCRIPTION															
Condition of Samples	: Sampel serbuk putih dalam plastik klip														
Sample Code	: E862														
Material Name	: Kerang Darah (Anadara Granosa) Sebelum Diaktivasi														
Measurement time	: 10/16/2023														
OPERATOR, ANALYZER & SUPERVISOR															
Analyzer	: Mailinda Ayu Hana M S.Si.														
Supervisor	: Dr. Robi Kurniawan, M.Si.														
RESULTS															
Remark:															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Compound</th> <th>Compound</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ca*</td> <td>CaO</td> </tr> <tr> <td>Fe</td> <td>Fe₂O₃</td> </tr> <tr> <td>Cu</td> <td>CuO</td> </tr> <tr> <td>Sr</td> <td>SrO</td> </tr> <tr> <td>Yb</td> <td>Yb₂O₃</td> </tr> <tr> <td>Lu</td> <td>Lu₂O₃</td> </tr> </tbody> </table>		Compound	Compound	Ca*	CaO	Fe	Fe ₂ O ₃	Cu	CuO	Sr	SrO	Yb	Yb ₂ O ₃	Lu	Lu ₂ O ₃
Compound	Compound														
Ca*	CaO														
Fe	Fe ₂ O ₃														
Cu	CuO														
Sr	SrO														
Yb	Yb ₂ O ₃														
Lu	Lu ₂ O ₃														
-Hasil pengujian juga diminta dalam bentuk unsur maupun oksida -Hasil analisa hanya berlaku untuk sampel yang diuji -Laboratorium tidak melakukan proses sampling dan hasil uji sesuai dengan sampel yang diterima. -Laboratorium tidak bertanggungjawab atas penggandaan laporan yang dilakukan tanpa persetujuan. *Dibawah parameter terakreditasi.															

Malang, 19 Oktober 2023

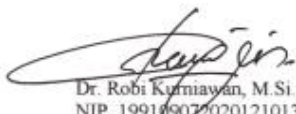
Menyetujui

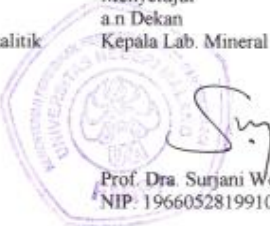
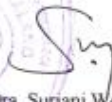
a.n Dekan

Kepala Lab. Mineral dan Material Maju FMIPA UM

Mengetahui

Manajer Teknis Lab. Fisika Analitik


 Dr. Robi Kurniawan, M.Si.
 NIP. 199109072020121013



 Prof. Dra. Surjani Wonorahardjo, Ph.D.
 NIP. 196605281991032001


- ketidaksesuaian administras & pengujian bisa diterima maksimal 2 minggu setelah hasil diterima customer.

Lampiran 14 Hasil Test XRF Setelah Diaktivasi

	UNIVERSITAS NEGERI MALANG FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM LABORATORIUM MINERAL DAN MATERIAL MAJU (LABORATORIUM SENTRAL) Jalan Semarang 5, Malang 65145 Telp. 0341-551312 (psw. 200) 574895/ 085106001088 E-mail : laboratoriumsentralfm@vahoo.co.id / lab.sentral@um.ac.id Website : central-labatory.um.ac.id
---	---

LAPORAN HASIL UJI																					
LSUM.LHU.E.966.2023																					
Customers	: Dr. Sukanto, M.Eng. - Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung																				
Contact Customer	: 081227215264/ Email : sukanto@polman-babel.ac.id																				
Methods	: IKM E I																				
Test Equipment	: XRF																				
Received Date	: 10/11/2023																				
Order Number	: LSUM.P.1202.2023																				
SPECIMEN DESCRIPTION																					
Condition of Samples	: Sampel serbuk abu-abu muda dalam plastik klip																				
Sample Code	: E863																				
Material Name	: Kerang Darah (Anadara Granosa) Setelah Diaktivasi																				
Measurement time	: 10/16/2023																				
OPERATOR, ANALYZER & SUPERVISOR																					
Analyzer	: Mailinda Ayu Hana M S.Si.																				
Supervisor	: Dr. Robi Kurniawan, M.Si.																				
RESULTS																					
Remark:	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Compound</th> <th>Compound</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>S</td><td>SO₂</td></tr> <tr><td>Ca*</td><td>CaO</td></tr> <tr><td>Ti*</td><td>TiO₂</td></tr> <tr><td>Mn</td><td>MnO</td></tr> <tr><td>Fe</td><td>Fe₂O₃</td></tr> <tr><td>Cu</td><td>CuO</td></tr> <tr><td>Sr</td><td>SrO</td></tr> <tr><td>Ba</td><td>BaO</td></tr> <tr><td>Yb</td><td>Yb₂O₃</td></tr> </tbody> </table> <p> -Hasil pengujian juga diminta dalam bentuk unsur maupun oksida -Hasil analisa hanya berlaku untuk sampel yang diuji -Laboratorium tidak melakukan proses sampling dan hasil uji sesuai dengan sampel yang diterima. -Laboratorium tidak bertanggungjawab atas penggandaan laporan yang dilakukan tanpa persetujuan. *Dibawah parameter terakreditasi. </p>	Compound	Compound	S	SO ₂	Ca*	CaO	Ti*	TiO ₂	Mn	MnO	Fe	Fe ₂ O ₃	Cu	CuO	Sr	SrO	Ba	BaO	Yb	Yb ₂ O ₃
Compound	Compound																				
S	SO ₂																				
Ca*	CaO																				
Ti*	TiO ₂																				
Mn	MnO																				
Fe	Fe ₂ O ₃																				
Cu	CuO																				
Sr	SrO																				
Ba	BaO																				
Yb	Yb ₂ O ₃																				

Mengetahui
Manajer Teknis Lab. Fisika Analitik


 Dr. Robi Kurniawan, M.Si.
 NIP. 199109072020121013

Malang, 19 Oktober 2023
 Menyetujui
 a.n Dekan
 Kepala Lab. Mineral dan Material Maju FMIPA UM


 Prof. Dra. Surjani Wonorahardjo, Ph.D.
 NIP. 196605281991032001

- ketidaksesuaian administrasi & pengujian bisa diterima maksimal 2 minggu setelah hasil diterima customer.

Lampiran 15 Tabel ukuran mesh (AZoM 2002)

US Sieve Size	Tyler Equivalent	Opening	
		mm	in
-	2½ Mesh	8.00	0.312
-	3 Mesh	6.73	0.265
No. 3½	3½ Mesh	5.66	0.233
No. 4	4 Mesh	4.76	0.187
No. 5	5 Mesh	4.00	0.157
No. 6	6 Mesh	3.36	0.132
No. 7	7 Mesh	2.83	0.111
No. 8	8 Mesh	2.38	0.0937
No.10	9 Mesh	2.00	0.0787
No. 12	10 Mesh	1.68	0.0661
No. 14	12 Mesh	1.41	0.0555
No. 16	14 Mesh	1.19	0.0469
No. 18	16 Mesh	1.00	0.0394
No. 20	20 Mesh	0.841	0.0331
No. 25	24 Mesh	0.707	0.0278
No. 30	28 Mesh	0.595	0.0234
No. 35	32 Mesh	0.500	0.0197
No. 40	35 Mesh	0.420	0.0165
No. 45	42 Mesh	0.354	0.0139
No. 50	48 Mesh	0.297	0.0117
No. 60	60 Mesh	0.250	0.0098
No. 70	65 Mesh	0.210	0.0083
No. 80	80 Mesh	0.177	0.0070
No.100	100 Mesh	0.149	0.0059
No. 120	115 Mesh	0.125	0.0049
No. 140	150 Mesh	0.105	0.0041
No. 170	170 Mesh	0.088	0.0035
No. 200	200 Mesh	0.074	0.0029
No. 230	250 Mesh	0.063	0.0025
No. 270	270 Mesh	0.053	0.0021
No. 325	325 Mesh	0.044	0.0017
No. 400	400 Mesh	0.037	0.0015

Lampiran 16 Nilai F-Tabel

Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita = 0,05

df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	245	246
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.42	19.42	19.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.18	2.15	2.13
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.15	2.13	2.11
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.14	2.11	2.09
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.10	2.08	2.06
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.08	2.05	2.03
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.06	2.04	2.01
31	4.16	3.30	2.91	2.68	2.52	2.41	2.32	2.25	2.20	2.15	2.11	2.08	2.05	2.03	2.00
32	4.15	3.29	2.90	2.67	2.51	2.40	2.31	2.24	2.19	2.14	2.10	2.07	2.04	2.01	1.99
33	4.14	3.28	2.89	2.66	2.50	2.39	2.30	2.23	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	2.00	1.98

Herri Gunawan Skripsi

ORIGINALITY REPORT

18%

SIMILARITY INDEX

18%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.polman-babel.ac.id Internet Source	8%
2	dspace.uii.ac.id Internet Source	1%
3	hyprowira.com Internet Source	1%
4	123dok.com Internet Source	1%
5	www.scribd.com Internet Source	1%
6	repository.uir.ac.id Internet Source	1%
7	eprints.umm.ac.id Internet Source	<1%
8	jurnal.untan.ac.id Internet Source	<1%
9	repository.its.ac.id Internet Source	<1%

10	core.ac.uk Internet Source	<1 %
11	ejournal3.undip.ac.id Internet Source	<1 %
12	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
13	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
14	repository.unsri.ac.id Internet Source	<1 %
15	etheses.uin-malang.ac.id Internet Source	<1 %
16	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
17	talenta.usu.ac.id Internet Source	<1 %
18	repository.teknokrat.ac.id Internet Source	<1 %
19	Anggriani Fedrika Pianusa, Grace Sanger, Djuhria Wonggo. "KAJIAN PERUBAHAN MUTU KESEGARAN IKAN TONGKOL (<i>Euthynnus Affinis</i>) YANG DIRENDAM DALAM EKSTRAK RUMPUT LAUT (<i>Eucheuma spinosum</i>) DAN EKSTRAK BUAH BAKAU (<i>Sonneratia alba</i>)", MEDIA TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN, 2016	<1 %

20

Submitted to Sriwijaya University

Student Paper

<1 %

21

Submitted to Universitas Pamulang

Student Paper

<1 %

22

digilib.uinsby.ac.id

Internet Source

<1 %

23

ejournal.akprind.ac.id

Internet Source

<1 %

24

e-repository.perpus.iainsalatiga.ac.id

Internet Source

<1 %

25

digilib.uinsgd.ac.id

Internet Source

<1 %

26

Submitted to State Islamic University of
Alauddin Makassar

Student Paper

<1 %

27

journal.upgris.ac.id

Internet Source

<1 %

28

Galih Kurniawan Saputra, Evahelda Helda,
Endang Bidayani. "Faktor-Faktor Sosial
Ekonomi yang Mempengaruhi Usaha
Budidaya Kerang Darah (Anadara Granosa) di
Dusun Sukal Desa Belo Laut Kecamatan
Muntok Kabupaten Bangka Barat", Journal of
Integrated Agribusiness, 2019

Publication

<1 %

29	adoc.pub Internet Source	<1 %
30	docplayer.info Internet Source	<1 %
31	laporan-praktikum-kimia-lengkap.blogspot.com Internet Source	<1 %
32	lib.ibs.ac.id Internet Source	<1 %
33	repository.umsu.ac.id Internet Source	<1 %
34	Devirizanty Devirizanty, Susiana Nurmalawati, Candra Hartanto. "PERBANDINGAN UNJUK KINERJA BERBAGAI TIPE pH METER DIGITAL DI LABORATORIUM KIMIA", JURNAL PENGELOLAAN LABORATORIUM SAINS DAN TEKNOLOGI, 2021 Publication	<1 %
35	ejournal.unklab.ac.id Internet Source	<1 %
36	annisarastyan.student.umm.ac.id Internet Source	<1 %
37	conference.upnvj.ac.id Internet Source	<1 %
38	repositori.umsu.ac.id Internet Source	<1 %

<1 %

39

repositori.usu.ac.id

Internet Source

<1 %

40

icon.unisayogya.ac.id

Internet Source

<1 %

41

id.123dok.com

Internet Source

<1 %

42

smart.stmikplk.ac.id

Internet Source

<1 %

43

www.infolaborat.com

Internet Source

<1 %

44

akutresno.wordpress.com

Internet Source

<1 %

45

eprints.polsri.ac.id

Internet Source

<1 %

46

lib.ui.ac.id

Internet Source

<1 %

47

repository.iainkudus.ac.id

Internet Source

<1 %

48

repository.ppns.ac.id

Internet Source

<1 %

49

doku.pub

Internet Source

<1 %

50

eprints.walisongo.ac.id

Internet Source

<1 %

51

pko008.blogspot.com

Internet Source






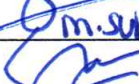




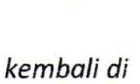
<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off


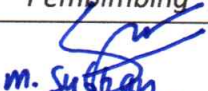
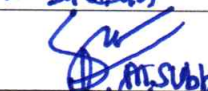
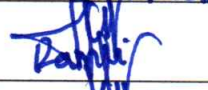
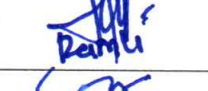
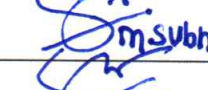



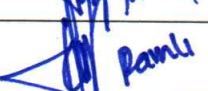
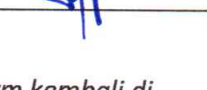
FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

		FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022/2023	
JUDUL	Optimasi Suhu dan Waktu Aktivasi Limbah Cangkang Kerang Paroh (Anandara granosa) Pada Proses Pembuatan Adsorben Metode Fisika dengan Respon Surface Methodology (RSM)		
Nama Mahasiswa	Herri Gunawan NIRM: 1042011		
Nama Pembimbing	1. <u>Muhammad Subhan, M.T.</u> 2. <u>Ramli, M.Sc., Ph.D.</u> 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	2/05/2023	Pengelasan Judul dan metode	 M. Subhan
2	15/05/2023	Metode Pengelolaan data	 M. Subhan
3	26/05/2023	Design Experiment	 M. Subhan
4	06/06/2023	Pembuatan sampel.	 M. Subhan
5	06/07/2023	Metode Pengujian sampel.	 M. Subhan
6	31/5/2023	Metode Pengelolaan data	 M. Subhan
7	16/05/2023	Pengelasan Judul dan Pengujian	 Ramli
8	19/05/2023	Penulisan BAB I	 Ramli
9	26/05/2023	Pembahasan Metode RSM	 Ramli
10	6/07/2023	Revisi Flowchart.	 Ramli

Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir



FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 <p style="text-align: center;">FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022/2023</p>			
JUDUL	Optimasi suhu dan waktu aktivasi limbah cangkang kerang darah (Anandara granosa) pada proses pembuatan arang aktif metode fisika dengan response surface methodology (RSM)		
Nama Mahasiswa	Herri Gunawan NIM: 1042011		
Nama Pembimbing	1. <u>Muhammad Subhan, M.T</u> 2. <u>Ramli, M.Sc. Ph.D</u> 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	15/09/23	Penulisan Bab 1-3	 m. Subhan
2	12/10/23	Pengolahan dan pembahasan data RSM	 M. Subhan
3	15/09/23	Penulisan dan revisi BAB 2-4	 Ramli
4	12/10/23	Pengolahan dan pembahasan Bab 4	 Ramli
5	10/11/23	Penulisan Jurnal Jitt + machine UDB	 M. Subhan
6	24/11/23	Perbaikan bab 4-5	 M. Subhan
7	1/12/23	Monitoring Bab 3 + Makalah Bab 1-5	 M. Subhan
8	13/11/23	Revisi Jurnal Jitt + Machine UDB	 Ramli
9	24/11/23	Revisi bab 4-5 + kutipan mendelay.	 Ramli
10	1/12/23	Monitoring 3 + makalah 1-5	 Ramli

Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir


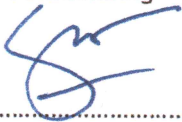

FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

		FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022/2023	
JUDUL		Optimasi Suhu dan Waktu Aktivasi Limbah Cair Kandang Kerang Darah (Anadara granosa) Pada Proses Pembuatan Arang Aktif Metode Fisika dengan Response Surface Methodology (RSM)	
Nama Mahasiswa		Herri Gunawan NIM: 1042011	
Nama Pembimbing		1. <u>Muhammad Subhan, M.T</u> 2. <u>Ramli, M.Sc., Ph.D</u> 3. _____	
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	2/01/24	Turmitin + Poster	
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			


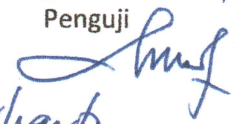
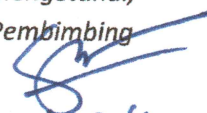
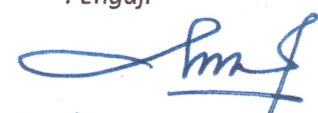
Catatan:

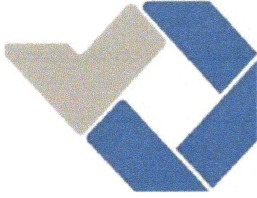
- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

	<p>FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK 2023 / 2024</p>
<p>JUDUL :</p>	<p>Optimasi Suhu dan Waktu Aktivasi Limbah Cangkang Kerang Purah (Anadara Granosa) Pada Proses Pembuatan Karbon Aktif Metode Fisika</p>
<p>Nama Mahasiswa :</p>	<p>1. <u>Heri Gundawan</u> NIM: <u>1042011</u> 2. _____ NIM: _____ 3. _____ NIM: _____ 4. _____ NIM: _____ 5. _____ NIM: _____</p>
<p>Bagian yang direvisi</p>	<p>Halaman</p>
<p>- Penegasan hubungan mesh. luas penampang</p> <p>- Saran : Saran untuk parameter lainnya / judul yg lainnya.</p>	
<p>Sunggailiat, <u>15 Jan 2024</u> Penguji</p> <p>(<u>Muhammad Subhan</u>)</p>	
<p>Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa</p>	
<p>Mengetahui, Pembimbing</p> <p> (.....)</p>	<p>Sunggailiat,</p> <p>Penguji</p> <p> (.....)</p>

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

 <p>FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK <u>2023/2024</u></p>																					
JUDUL :	<u>Optimasi Fekes dan Waktu Aktivasi Limbah Cairan Keras dan Lemak (CML) pada Proses Pembuat Kain Ekstrem metode PIRU</u>																				
Nama Mahasiswa :	1. <u>Heri Sunawan</u> NIM: <u>104204</u>																				
	2. _____ NIM: _____																				
	3. _____ NIM: _____																				
	4. _____ NIM: _____																				
	5. _____ NIM: _____																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Bagian yang direvisi</th> <th>Halaman</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><u>1. Judul disempatkan</u></td> <td></td> </tr> <tr> <td><u>2. Fekes, ukuran fekes → & jelaskan pda teori mesh besar → tany peramban keil</u></td> <td></td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		Bagian yang direvisi	Halaman	<u>1. Judul disempatkan</u>		<u>2. Fekes, ukuran fekes → & jelaskan pda teori mesh besar → tany peramban keil</u>															
Bagian yang direvisi	Halaman																				
<u>1. Judul disempatkan</u>																					
<u>2. Fekes, ukuran fekes → & jelaskan pda teori mesh besar → tany peramban keil</u>																					
Sungailiat, <u>15-01-2024</u> Penguji  (..... <u>Subhan</u>)																					
Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa																					
Mengetahui, Pembimbing  (..... <u>Muhammad Subhan</u>)	Sungailiat, <u>22-01-2024</u> Penguji  (..... <u>Subhan</u>)																				



JITT :

**JURNAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG**

Kawasan Industri Air Kantung Sungailiat – Bangka 33211, Telp (0717)93586, Fax (0717)93585
website : <https://jitt.polman-babel.ac.id>

e-ISSN : 3026-0213

SURAT KETERANGAN

Nomor : 081/PL.28.C/PB/2023

Dengan ini menerangkan bahwa artikel yang berjudul :

**“PENGARUH SUHU, WAKTU DAN UKURAN AKTIVASI FISIKA
LIMBAH CANGKANG KERANG DARAH (ANADARA GRANOSA)
TERHADAP PERUBAHAN PH AIR DI POLMAN BABEL”**

Atas nama :

Penulis : **HERRI GUNAWAN, MUHAMMAD SUBHAN, RAMLI, ILHAM ARY
WAHYUDIE**

Afiliasi : **POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG**

Telah mengirimkan artikel dengan status *Submit* di Jurnal Inovasi Teknologi Terapan (JITT)
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung pada Tanggal 1 Desember 2023.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Sungailiat, 4 Desember 2023
Kepala P3KM



Dr. Parulian Silalahi, M.Pd
NIP. 1964 0102 2021 211 001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini telah menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul:

Optimasi Suhu, Waktu Dan Ukuran Aktivasi Limbah Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) Pada Proses Pembuatan Adsorben

Oleh :

Herri Gunawan / NPM 1042011

Dengan ini menyatakan bahwa isi laporan akhir proyek akhir sama dengan *hardcopy*.
Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

Sungailiat, 24 Januari 2024



Herri Gunawan

Mengetahui,

Pembimbing 1,



(Muhammad Subhan, S.S.T., M.T.)

Pembimbing 2



(Ramli, M.S.c., Ph.D.)

