

**STUDI PENGGUNAAN KARBON AKTIF DARI LIMBAH  
CANGKANG KACANG SACHA INCHI YANG  
DIPROSES MELALUI AKTIVASI FISIKA**

**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  
Abde Fatahwa NPM : 1042001

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG  
TAHUN 2024**

**STUDI PENGGUNAAN KARBON AKTIF DARI LIMBAH  
CANGKANG KACANG SACHA INCHI YANG  
DIPROSES MELALUI AKTIVASI FISIKA**

**PROYEK AKHIR**

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



Disusun Oleh:

Abde Fattahwa NIM: 1042001

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG  
TAHUN 2024**

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI PENGGUNAAN KARBON AKTIF DARI LIMBAH  
CANGKANG KACANG SACHA INCHI YANG  
DIPROSES MELALUI AKTIVASI FISIKA

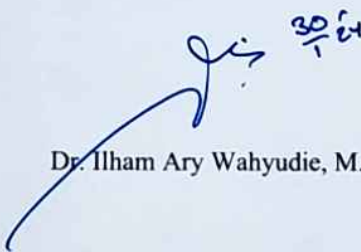
Oleh:

Abde Fattahwa / 1042001

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

Menyetujui,

Pembimbing 1

  
Dr. Ilham Ary Wahyudie, M.T.

Pembimbing 2

  
Yang Fitri Arriyani, S.S.T., M.T.

Penguji 1

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

Penguji 2

  
Erwan Syah, S.S.T., M.T.

## PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

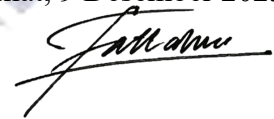
Nama Mahasiswa: Abde Fattahwa

NIM: 1042001

Dengan judul: Studi Penggunaan Karbon Aktif Dari Limbah Cangkang Kacang Sacha Inchi Yang Diproses Melalui Aktivasi Fisika

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

Sungailiat, 9 Desember 2023



Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Abde Fattahwa

## ABSTRAK

*Pemanfaatan limbah cangkang kacang Sacha Inchi menjadi salah satu solusi untuk mengurangi dampak lingkungan dan memanfaatkan sumber daya yang ada. Limbah cangkang kacang Sacha Inchi juga dapat diolah menjadi bahan baku dalam produksi bahan kimia, pupuk atau biogas. Selain itu, limbah cangkangnya juga dapat dijadikan sebagai material karbon aktif yang diaplikasikan ke pengolahan air dan gas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur dan waktu penahan proses pembuatan karbon aktif dari hasil aktivasi limbah cangkang kacang Sacha Inchi terhadap Potential of Hydrogen (pH) air dan Total Dissolve Solid (TDS) dalam air. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu Response Surface Methodology (RSM). Data diambil menggunakan pH meter dan TDS meter pada sumber air di kampus Politeknik Manufaktur Negeri Babel dengan jumlah sampel sebanyak 13 yang memiliki variasi temperatur 400°C - 500°C dan waktu penahan 30 - 60 menit menggunakan ukuran mesh 200. Material yang digunakan sebagai bahan aktivasi pada penelitian ini adalah cangkang kacang Sacha Inchi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa temperatur dan waktu penahan proses aktivasi tidak memberikan pengaruh terhadap derajat keasaman (pH) dan Total Dissolved Solid (TDS).*

**Kata kunci:** Karbon aktif, Limbah Cangkang Kacang Sacha Inchi, pH air, RSM, TDS.

## **ABSTRACT**

*The utilization of Sacha Inchi nut shell waste is one solution to reduce environmental impact and utilize existing resources. Sacha Inchi nut shell waste can also be processed into raw materials in the production of chemicals, fertilizers or biogas. In addition, the shell waste can also be used as an activated carbon material that is applied to water and gas treatment. The purpose of this study was to determine the effect of temperature and holding time of the process of making activated carbon from the activation of Sacha Inchi bean shell waste on the Potential of Hydrogen (pH) water and Total Dissolve Solid (TDS) in water. The method used in this research is Response Surface Methodology (RSM). Data was taken using a pH meter and TDS meter at the water source on the campus of the Babel State Manufacturing Polytechnic with a total of 13 samples which had a temperature variation of 400 ° C - 500 ° C and a holding time of 30 - 60 minutes using a mesh size of 200. The material used as activation material in this research is Sacha Inchi nut shell. The results of this study indicate that the temperature and holding time of the activation process do not affect the degree of acidity (pH) and Total Dissolved Solid (TDS).*

**Keywords:** *Activated carbon, Sacha Inchi peanut shell waste, water pH, RSM, TDS.*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT. karena atas rahmat, nikmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Studi Penggunaan Karbon Aktif Dari Limbah Cangkang Kacang Sacha Inchi Yang Diproses Melalui Aktivasi Fisika” 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. Kedua orang tua tercinta Bapak Alpiar dan Ibu Martini karena atas ridho, dukungan, kasih sayang dan do'a yang tak pernah putus sehingga diberikan kelancaran dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Keluarga, adik Rafly Septiawan dan Alanis Daura Fia tersayang yang sampai saat ini terus memberikan semangat, perhatian dan pemicu segalanya untuk penulis.
3. Jihan Shoniyah tersayang yang selalu menghibur, membantu, dan terlibat banyak dalam proses penyelesaian proyek akhir ini.
4. Bapak Dr. Ilham Arie Wahyudie, M.T. selaku dosen pembimbing 1 yang telah membimbing dan membagikan banyak ilmu yang bermanfaat dalam pengerjaan tugas akhir ini sehingga dapat terselesaikan.
5. Ibu Yang Fitri Arriyani, S.S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang telah membimbing dan membagikan banyak ilmu dalam penulisan selama pengerjaan tugas akhir.
6. Bapak Yuli Darta, S.S.T., M.T. selaku dosen wali yang telah memberikan banyak ilmu dan nasehat selama perkuliahan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

8. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
9. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
10. Segenap dosen dan tenaga pendidik yang telah mendidik dan memberikan banyak ilmu selama perkuliahan dan tidak lupa juga seluruh pegawai yang telah terlibat di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
11. Ustadz Jauhar Ridloni Marzuq, Lc., M.A. dan teman-teman Irmis Al-Ittihaad Sungailiat yang telah memberikan doa dan nasehat selama menyelesaikan tugas akhir.
12. Seluruh teman TMM A angkatan 2020 dan semua pihak yang telah membantu, mendukung, dan mendoakan selama penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis sadar bahwa selama proses penulisan laporan tugas akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritikan yang membangun sangat penulis harapkan agar kedepannya penulisan ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan semua pembaca.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Sungailiat, 9 Desember 2023

Penulis



Abde Fattahwa



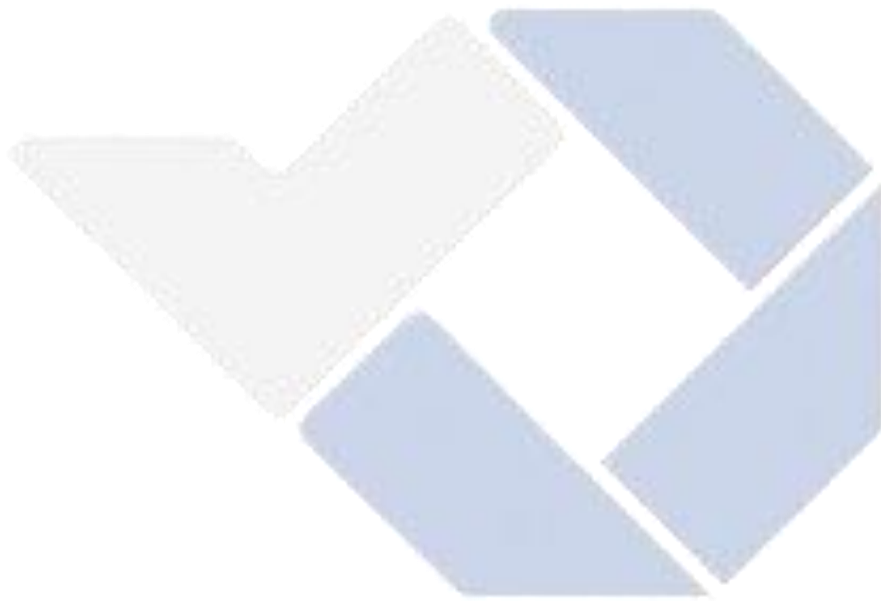
## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b><i>ABSTRACT</i> .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Kacang Sacha Inchi .....	4
2.2 Karbon Aktif.....	4
2.3 <i>Potential Of Hydrogen</i> (pH).....	5
2.4 <i>Total Dissolve Solid</i> (TDS) .....	6
2.5 Adsorpsi.....	6
2.5.1 Pengertian Adsorpsi .....	6
2.5.2 Faktor yang Mempengaruhi Proses Adsorpsi .....	6
2.5.3 Jenis-jenis Adsorpsi .....	9

2.6	Aktivasi .....	9
2.7	Rancangan <i>Response Surface</i> dan Analisis .....	10
2.7.1	<i>Response Surface Methodology</i> .....	10
2.7.2	<i>Central Composite Design</i> .....	13
2.7.3	Analisa Persamaan <i>Second-Order</i> .....	14
2.7.4	Lokasi Titik Stasioner ( <i>Stationary Point</i> ) .....	14
2.7.5	Analisis Kanonikal .....	17
2.7.6	Uji Normalitas .....	17
2.7.7	Analisis Varian (ANOVA) .....	18
2.7.8	Uji Ketidakesuaian Persamaan ( <i>Lack of Fit</i> ) .....	18
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>20</b>
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	20
3.2	Studi Literatur .....	21
3.3	Rancangan Eksperimen .....	21
3.3.1.	Identifikasi Masalah .....	21
3.3.2.	Design Eksperimen .....	21
3.3.3.	Menentukan Faktor dan Level Eksperimen .....	21
3.3.4.	Menentukan Kode Variabel Bebas .....	21
3.3.5.	Menentukan Nilai Variabel Bebas .....	22
3.4	Bahan dan Alat .....	23
3.4.1	Bahan Penelitian .....	23
3.4.2	Alat Penelitian .....	23
3.5	Proses Pembuatan Sampel .....	26
3.6	Pengambilan Data .....	27
3.7	Analisis Data .....	27

<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>29</b>
4.1 Pengambilan Data.....	29
4.2 Analisis Data Respon <i>Potential of Hydrogen</i> (pH).....	29
4.2.1 Pengambilan Data pH Air .....	29
4.2.2 Uji Normalitas .....	31
4.2.3 Uji Analisis Varian (ANOVA).....	31
4.2.4 Persamaan <i>Second Order</i> .....	33
4.2.5 Uji Ketidaksesuaian Persamaan Regresi ( <i>Lack of Fit</i> ).....	35
4.2.6 Menentukan <i>Stationary Point</i> ( $X_0$ ) .....	36
4.2.7 Menentukan Nilai Optimum dari Faktor $X_1$ dan $X_2$ .....	36
4.2.8 Menentukan Prediksi Nilai Respon pH Pada <i>Stationary Point</i> .....	37
4.2.9 Analisis Kanonikal .....	38
4.2.10 Grafik <i>Surface Plot</i> .....	38
4.2.11 Grafik <i>Contour Plot</i> .....	39
4.3 Analisis Data Respon TDS.....	40
4.3.1 Perhitungan Nilai <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS) .....	40
4.3.2 Uji Normalitas .....	41
4.3.3 Uji Analisis Varian (ANOVA).....	42
4.3.4 Persamaan <i>Second Order</i> .....	44
4.3.5 Uji Ketidaksesuaian Persamaan Regresi ( <i>Lack of Fit</i> ).....	46
4.3.6 Menentukan <i>Stationary Point</i> ( $X_0$ ) .....	46
4.3.7 Menentukan Nilai Optimum dari Faktor $X_1$ dan $X_2$ .....	47
4.3.8 Menentukan Prediksi Nilai TDS Pada <i>Stationary Point</i> .....	48
4.3.9 Analisis Kanonikal .....	48
4.3.10 Grafik <i>Surface Plot</i> .....	49

4.3.11	Grafik <i>Contour Plot</i> .....	50
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>51</b>
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran.....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>52</b>

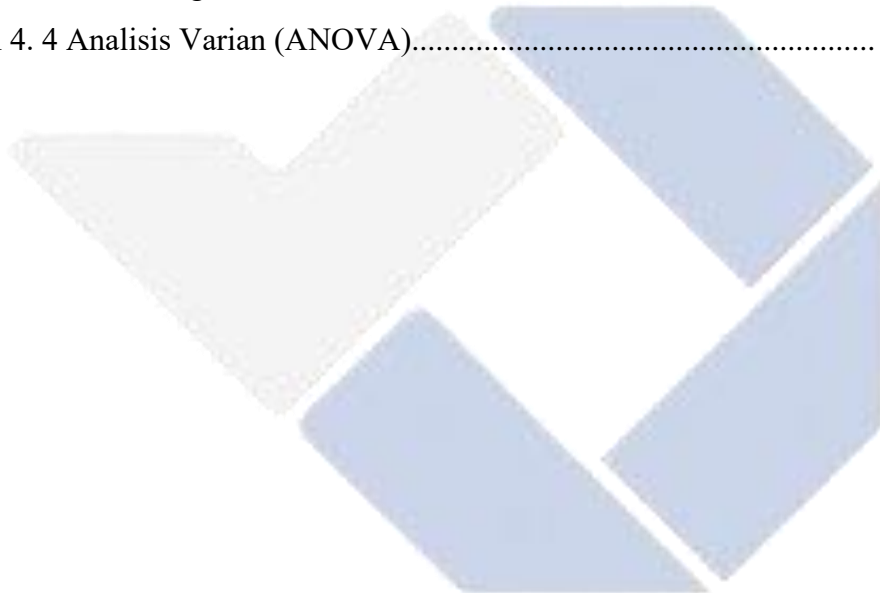


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik Permukaan Respon (Montgomery, 2020).....	11
Gambar 2. 2 Plot Kontur (Montgomery, 2020) .....	12
Gambar 2. 3 Variabel Bebas CCD (Endya & Wahyudie, 2023).....	13
Gambar 2. 4 Respon Permukaan dan Plot Kontur pada titik maksimum (Montgomery, 2020) .....	15
Gambar 2. 5 Respon Permukaan dan Plot Kontur pada titik minimum (Montgomery, 2020) .....	15
Gambar 2. 6 Respon Permukaan dan Plot Kontur pada Saddle Point (Montgomery, 2020) .....	16
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....	20
Gambar 3. 2 Cangkang Kacang Sacha Inchi.....	23
Gambar 3. 3 Mortar.....	23
Gambar 3. 4 Mesh (ayakan).....	24
Gambar 3. 5 Furnace HT 02.....	24
Gambar 3. 6 Cawan Krusibel.....	24
Gambar 3. 7 Timbangan Digital .....	25
Gambar 3. 8 Gelas Beaker .....	25
Gambar 3. 9 pH meter.....	26
Gambar 3. 10 TDS meter .....	26
Gambar 4. 1 Sumber Mata Air.....	29
Gambar 4. 2 Kondisi pH awal air dan pH akhir air .....	30
Gambar 4. 3 Grafik Normality Test Kolmogorov-Smirnov .....	31
Gambar 4. 4 Surface Plot pH antara Temperatur dan Waktu penahan .....	39
Gambar 4. 5 Contour Plot pH antara Temperatur dan Waktu Penahan.....	40
Gambar 4. 6 Kondisi TDS awal air dan TDS akhir air .....	41
Gambar 4. 7 Grafik Normality Test Kolmogorov-Smirnov .....	42
Gambar 4. 8 Surface Plot TDS antara Temperatur dan Waktu Penahan .....	49
Gambar 4. 9 Contour Plot TDS antara Temperatur dan Waktu Penahan .....	50

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel ANOVA Regresi Berganda (Sung H. Park, 1996) .....	18
Tabel 3. 1 Faktor dan Level Eksperimen .....	21
Tabel 3. 2 Kode Variabel Bebas .....	22
Tabel 3. 3 Nilai Variabel Bebas .....	22
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran pH .....	30
Tabel 4. 2 Analisis Varian (ANOVA).....	32
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Data TDS .....	41
Tabel 4. 4 Analisis Varian (ANOVA).....	42



## LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 2 : Proses Pembuatan Sampel
- Lampiran 3 : Proses Pengambilan Data
- Lampiran 4 : Perhitungan Level Eksperimen
- Lampiran 5 : Perhitungan Nilai Variabel Bebas
- Lampiran 6 : Sampel Uji pH
- Lampiran 7 : Perhitungan Persamaan *Second Order* pH di *Software* Minitab
- Lampiran 8 : Sampel Uji TDS
- Lampiran 9 : Perhitungan Persamaan *Second Order* TDS di *Software* Minitab
- Lampiran 10 : Daftar F-Tabel
- Lampiran 11 : Spesifikasi pH meter
- Lampiran 12 : Spesifikasi TDS meter

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Populasi manusia mengakibatkan keperluan air bersih semakin meningkat setiap harinya. Sehingga beberapa kota besar di seluruh dunia sering menghadapi masalah dalam akses terhadap air bersih. Selain kurangnya air bersih akibat tingkat konsumsi, permasalahan kepadatan penduduk juga berdampak pada pencemaran air akibat aktivitas manusia (I Nyoman Candra et al., 2022). Air adalah sumber daya alam melimpah dapat diakses dimana saja yang sangat penting bagi setiap makhluk di bumi. Bagi manusia, air tidak hanya dibutuhkan untuk makan dan minum, tetapi juga dibutuhkan oleh beragam bidang seperti transportasi, pembangkit listrik, pertanian, dan peternakan (Amir et al., 2019). Air digunakan untuk kegiatan seperti menyikat gigi dan mandi, selain digunakan untuk membersihkan makanan, piring, dan cucian. pakaian. Air juga dapat digunakan untuk kebersihan dan sanitasi pribadi sebagai sumber air minum (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2017).

Standar kualitas air pada peraturan menteri kesehatan republik indonesia nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 Nomor 32 Tahun 2017, menekankan konsentrasi 1 mg/l, yang ditetapkan pada tanggal 3 September 1990. Standar baku mutu kesehatan lingkungan yang berkualitas dengan parameter fisik, biologi, dan kimia untuk tujuan higienis dapat mencakup elemen yang diwajibkan dan juga elemen opsional. Parameter yang "wajib" harus diperiksa pada interval yang telah ditentukan untuk memastikan sesuai dengan persyaratan hukum. Sedangkan kriteria lainnya jika kondisi *geohidrologis* yang menunjukkan adanya kemungkinan pencemaran (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2017).

Pencemaran air dapat diatasi menggunakan karbon aktif dengan memanfaatkan limbah cangkang seperti, limbah cangkang kelapa sawit, tempurung kelapa, cangkang buah karet, serbuk kayu dan lainnya. Karbon aktif mempunyai kekuatan adsorpsi dan permukaan yang luas dibanding adsorben lainnya. Kelebihan yang dimiliki oleh karbon aktif ini salah satunya adalah biaya yang dikeluarkan



lebih hemat sebagai bahan utama yang diolah ketika proses pengolahan karbon aktif serta memiliki kandungan material organik yang tinggi (Asnawati et al., 2020). Limbah cangkang kacang Sacha Inchi merupakan material organik yang bisa digunakan untuk membuat karbon aktif.

Nama ilmiah dari tumbuhan kacang Sacha Inchi yaitu (*Plukenetia volubilis* L). Tumbuhan ini tergolong ke dalam kelompok spesies *Tracheophyta*, kelas *Magnoliopsida*, ordo *Malpighiales*, familia *Euphorbiaceae*, dan genus *Plukenetia* L. Kacang Sacha Inchi ditemukan di Peru, kemudian diberdayakan oleh penduduk Peru selama berabad-abad. Nama unik dari kacang ini disebut dengan kacang Inca, kacang liar atau kacang sacha yang tergolong sebagai familia *Euphorbiaceae*. Tumbuhan ini tumbuh subur di hutan dan buahnya berbentuk bintang (Chirinos et al., 2013). Namun dalam proses pengolahan kacang Sacha Inchi, cangkangnya seringkali diabaikan dan dianggap sebagai limbah, dikarenakan menghasilkan limbah yang dapat menimbulkan masalah lingkungan.

Oleh karena itu, pemanfaatan limbah cangkang kacang Sacha Inchi menjadi penting sebagai suatu upaya untuk mengurangi dampak lingkungan dan memanfaatkan sumber daya yang ada. Limbah cangkang kacang Sacha Inchi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam produksi bahan kimia, pupuk, atau biogas. Selain itu, limbah cangkang kacang Sacha Inchi juga dapat diolah menjadi karbon aktif yang dapat digunakan dalam aplikasi industri, seperti pengolahan air dan gas.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah didapatkan dari latar belakang. Adapun rumusan masalahnya seperti:

1. Bagaimana mengolah limbah cangkang kacang Sacha Inchi menjadi karbon aktif?
2. Apakah temperatur dan waktu penahan proses pembuatan karbon aktif dari hasil aktivasi limbah cangkang kacang Sacha Inchi mempunyai pengaruh terhadap *Potential of Hydrogen* (pH) dan *Total Dissolve Solid* (TDS) pada air?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian adalah:

1. Mengolah limbah cangkang kacang Sacha Inchi sebagai karbon aktif pada proses aktivasi.
2. Mengetahui pengaruh temperatur dan waktu penahan proses pembuatan karbon aktif dari hasil aktivasi limbah cangkang kacang Sacha Inchi terhadap *Potential of Hydrogen* (pH) dan *Total Dissolve Solid* (TDS) pada air?

#### **1.4 Batasan Masalah**

Supaya tidak menyimpang dari tujuan penelitian, dilakukanlah pembatasan permasalahan antara lain:

1. Proses pemesinan menggunakan mesin *Furnace* HT 02.
2. Material yang digunakan pada penelitian ini yaitu cangkang kacang Sacha Inchi.
3. Proses aktivasi menggunakan Oven *Heat Treatment*.
4. Pengujian menggunakan alat pH meter dan TDS meter.
5. Rancangan percobaan ini menggunakan metode *Response Surface Methodology* (RSM).

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kacang Sacha Inchi**

Tumbuhan kacang Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L*) merupakan anggota keluarga *Euphorbiaceae*, ordo *Malpighiales*, divisi *Tracheophyta*, kelas *Magnoliopsida*, dan genus *Plukenetia L*. Tanaman kacang Sacha Inchi adalah tanaman asli Peru, di mana orang Peru telah membudidayakannya selama bertahun-tahun. Tanaman Sacha Inchi kadang-kadang disebut sebagai kacang Inca, kacang liar, atau kacang sachu. Tanaman ini menghasilkan buah berbentuk bintang dan menyebar luas di hutan (Chirinos et al., 2013).

Kacang Sacha Inchi, sering disebut sebagai kacang inci, adalah sejenis tanaman yang bijinya dipanen kemudian dibuat dalam berbagai macam produk. Setelah dipanggang atau digoreng, bijinya bisa dimakan sebagai camilan. Kacang ini memiliki bentuk seperti bintang, kulitnya yang kasar dan bertumpuk. Untuk 1 kg biji atau kacang Sacha Inchi, harga pasarannya mulai dari Rp 20.000 hingga Rp 80.000. Harga bibit yang sudah siap tanam antara Rp 20.000 hingga Rp 50.000 per pohon. Bahkan, harga per liter minyak sachu inchi ultra-premium dapat melebihi Rp 6 juta. Akibatnya, kacang Sacha Inchi dianggap sebagai makanan dan tanaman yang berkhasiat (Dewi et al., 2023).

#### **2.2 Karbon Aktif**

Karbon aktif di Indonesia semakin banyak yang menggunakannya dalam berbagai aspek yang mengakibatkan kebutuhan akan pasokan karbon aktif semakin melonjak naik. Perkembangan karbon aktif sampai saat ini lumayan menjanjikan untuk meningkatkan modal bagi negara sehingga di kemudian hari tidak perlu lagi untuk mengimpor barang lain. Indonesia beruntung karena mendapatkan bonus demografi dengan kekayaan sumber daya alam diantaranya berbagai spesies *biomassa lignoselulosa* yang bisa dimanfaatkan sebagai salah satu material pengolahan karbon aktif. *Biomassa lignoselulosa* dimanfaatkan menjadi bahan dasar pada proses pengolahan karbon aktif yang memiliki kadar lignin dan karbon yang besar serta terbarukan dan mudah (Efiyanti et al., 2020).

Karbon aktif merupakan larutan karbon yang dinaikkan sifat adsorpsinya melewati proses karbonasi dan aktivasi. Tujuan dari proses ini adalah untuk mengekstraksi hidrogen, air dan gas dari karbon aktif sekaligus membawa dampak terhadap perubahan fisik. Adanya reaksi antara radikal bebas atom oksigen dengan nitrogen pada struktur karbon aktif yang menghasilkan pembentukan karbon aktif. Karbon aktif digunakan sebagai penyaring dalam menyerap bau, menurunkan ketajaman warna air, menghisap logam dan kuman (Hasanah et al., 2021).

Karbon aktif granular, pelet, dan bubuk adalah tiga kategori karbon aktif berdasarkan bentuknya.

- a. Karbon aktif granular memiliki partikel berukuran antara 0,2 - 5 mm. Biasanya, bentuk karbon aktif ini tidak simetris. Baik fase gas maupun air dapat memperoleh manfaat dari penggunaan karbon aktif jenis ini.
- b. Karbon aktif butiran, memiliki diameter 0,8 - 5 mm. Pembuatan karbon aktif ini melewati proses ekstrusi dengan bentuk silinder kecil. Umumnya, karbon aktif ini juga dimanfaatkan pada aplikasi fase gas dikarenakan memiliki penurunan tekanan rendah, kadar molekul tinggi, dan persentase takaran abu rendah.
- c. Karbon aktif bubuk, yaitu karbon yang berukuran  $< 0,18$  mm (sekitar 80 mesh). Karbon ini didapatkan dari proses penghancuran dan digunakan pada aplikasi fase cair dan gas (Sharifirad et al., 2012).

### **2.3 Potential Of Hydrogen (pH)**

*Potential of hydrogen* diambil dari bahasa Perancis yaitu *pouvoir hydrogene* yang berarti tenaga hidrogen menuju *eksponensial* yang dikenal dengan simbol pH (Basuki, 2021). Derajat keasaman/pH merupakan satuan ukur dalam menguraikan tingkat kandungan kadar sifat asam dan basa. Pergantian pH memberikan pengaruh kepada sistem fisika, kimia dan biologi makhluk yang hidup di didalam air. Rasio pH berada pada kisaran 1-14. Nilai pH 1-7 menyatakan pH dalam keadaan asam, pH 7-14 keadaan basah, dan pH 7 keadaan netral (Ningrum, 2018). Berdasarkan (Permenkes RI, 2010) pH yang diizinkan sebagai syarat kualitas air minum yaitu 6,5 – 8,5. Alat untuk mengukur tingkat kadar pada pH air adalah pH meter.

## **2.4 Total Dissolve Solid (TDS)**

*Total Dissolve Solid* (TDS) adalah sisa material yang tertinggal pada saat air menguap dan mengering pada suhu tertentu (Ahmad Rifai, 2021). berdasarkan (Permenkes RI, 2010) *Total Dissolve Solid* yang diperbolehkan tidak melebihi batas maksimal yaitu 500 mg/l. Untuk mengukur kadar TDS dalam air biasanya menggunakan alat bantu bernama TDS meter. TDS memiliki banyak kandungan zat terlarut seperti zat organik, anorganik, dan zat lainnya yang berdiameter  $< 10^{-3} \mu\text{m}$  dapat ditemukan dalam larutan terlarut di dalam air (Rinawati et al., 2016). Sumber utama TDS biasanya terdapat pada limbah rumah tangga, industri, dan pertanian.

## **2.5 Adsorpsi**

### **2.5.1 Pengertian Adsorpsi**

Adsorpsi merupakan suatu metode untuk melepaskan kontaminan dari air limbah (Rios et al., 1999). Adsorpsi adalah proses dimana fluida (cairan atau gas) berikatan dengan padatan dan pada akhirnya membuat film (lembaran tipis) pada bidang tersebut. Perbedaannya dengan absorpsi, yang mana fluida diserap oleh fluida lain kemudian menghasilkan sebuah larutan. Istilah adsorbat dan adsorben digunakan pada adsorpsi, yang mana adsorbat adalah bahan yang akan diadsorpsi yang terpisah dengan pelarutnya, sedangkan adsorben yaitu media penyerap yang disebut sebagai senyawa karbon (Syauqiah et al., 2011).

Teknologi adsorpsi lebih unggul dari metode pengolahan air limbah lainnya seperti biaya, fleksibilitas desain, kesederhanaan penggunaan, dan tidak berbahaya karenanya adsorpsi tidak termasuk pada pengembangan bahan kimia berbahaya. Penggunaan adsorben pada proses adsorpsi dibuat dari bahan alami, biosorben, limbah industri, limbah pertanian, dan limbah perkebunan dan industri (Suryawan et al., 2018).

### **2.5.2 Faktor yang Mempengaruhi Proses Adsorpsi**

Menurut (Syauqiah et al., 2011) secara umum, terdapat faktor-faktor yang memberikan pengaruh pada saat terjadinya adsorpsi seperti:

#### **1. Luas permukaan**

Semakin besar area permukaan adsorben maka semakin banyak zat yang dapat diserap. Ukuran partikel dan jumlah adsorben yang digunakan adalah faktor penentu bagi luas permukaan adsorben.

## **2. Jenis adsorbat**

Polarisasi adsorbat bisa menaikkan kapasitas adsorpsi untuk molekul yang memiliki tingkat polarisasi tinggi (polar), berbeda dengan molekul yang tidak dapat membentuk dipol (nonpolar), karena mereka memiliki kemampuan menarik molekul lain. Selain itu, penambahan berat molekul adsorbat juga bisa menaikkan kapasitas adsorpsi. Molekul adsorbat dengan rantai bercabang umumnya lebih mudah teradsorpsi ketimbang dengan molekul dengan rantai lurus.

## **3. Struktur Molekul Adsorbat**

*Hidroksil dan amino* menurunkan kapasitas penghentian, sementara nitrogen menaikkan kapasitas penghentian.

## **4. Konsentrasi Adsorbat**

Semakin tinggi konsentrasi adsorbat dalam larutan, jumlah bahan yang teradsorpsi pada permukaan adsorben juga akan semakin besar.

## **5. Suhu**

Proses pemanasan atau pengaktifan adsorben dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi terhadap adsorbat dan membuka pori-pori adsorben. Namun, pemanasan yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan pada adsorben dan mengurangi kapasitas adsorpsinya.

## **6. Kadar pH**

Larutan pH memengaruhi kadar larutan ion logam, fungsi pada biosorben, dan bersaingnya ion logam selama terjadinya adsorpsi.

## **7. Tingkat pengadukan**

Menentukan tempo pengadukan adsorben dan waktu kontak adsorbat menjadi krusial. Jika pengadukan terlalu pelan, proses adsorpsi akan ikut pelan. Sebaliknya, jika pengadukan terlalu deras, struktur adsorben dapat cacat dengan cepat, mengakibatkan proses adsorpsi menjadi sedikit maksimal.

## **8. Waktu Kontak**

Penentuan waktu kontak yang mencapai kapasitas adsorpsi maksimum biasanya terjadi pada titik kesetimbangan, di mana jumlah adsorbat yang teradsorpsi mencapai puncak atau mencapai nilai yang stabil.

## **9. Waktu Kesetimbangan**

Waktu kesetimbangan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Jenis biomassa (termasuk jumlah dan jenis ruang pengikatan yang dimilikinya),
2. Ukuran dan biomassa, apakah biomassa tersebut aktif atau tidak aktif,
3. Jenis ion yang terlibat dalam sistem biosorpsi,
4. Konsentrasi ion logam dalam larutan.

Porositas adsorben memiliki dampak signifikan pada kapasitas adsorpsi. Adsorben yang memiliki porositas besar cenderung memiliki daya serap yang lebih tinggi daripada porositas kecil. Peningkatan porositas dapat dicapai melalui metode pengaktifan, baik secara fisik maupun kimia. Sebagai contoh, pengaktifan fisik dapat melibatkan pengaliran uap air panas ke dalam pori-pori adsorben, sementara pengaktifan kimia bisa memanfaatkan bahan kimia tertentu untuk meningkatkan porositas.

### 2.5.3 Jenis-jenis Adsorpsi

Menurut (Apriyanti, 2013) Adsorpsi dibagi menjadi dua jenis proses:

#### 1. Adsorpsi dengan proses fisika

Adsorpsi fisika bekerja saat gas cair dalam larutan penyerap tidak mengalami aktivitas fisika. Hal ini diikuti oleh reaksi kimia. Penyerapan yang disebabkan oleh interaksi fisika adalah perpindahan massa antara gas yang diadsorpsi dan perpindahan massa, antara gas yang diadsorpsi dan larutan penyerap, yang didatangkan oleh gaya *van der waals*. Gaya tersebut bertanggung jawab atas proses ini. Adsorpsi dapat diklasifikasikan menjadi dua bentuk berdasarkan hubungan molekuler antara struktur adsorben dengan adsorbat seperti adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia. Adsorpsi fisika bekerja tanpa perlu adanya tenaga aktivasi, sehingga terjadi pembentukan multilayer. Permukaan adsorben memiliki banyak lapisan.

#### 2. Adsorpsi dengan proses kimia.

Adsorpsi kimiawi adalah proses di mana gas terlarut dalam cairan penyerap mengalami reaksi kimia. Sebagai contoh, adsorpsi gas CO<sub>2</sub> dengan larutan NaOH, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, dan bahan kimia lainnya merupakan contoh dari adsorpsi kimiawi. Fenomena ini dapat diamati dalam proses penyerapan gas CO<sub>2</sub> di pabrik amonia, di mana mekanisme pergantian massa antara gas yang diadsorpsi menyebabkan penyerapan tersebut. Selama proses ini, reaksi kimia terjadi antara gas yang teradsorpsi dan larutan yang mengadsorpsi.

### 2.6 Aktivasi

Aktivasi ialah salah satu dari metode pembuatan adsorben dan dirancang untuk meningkatkan skala dan pembagian pori-pori serta memperluas bidang adsorben yang dapat dilalui oleh adsorben. Ada 2 cara yang dapat digunakan untuk mengaktifkan adsorben yaitu aktivasi fisika/*thermal* dan aktivasi kimia/*chemical* (Marsh, H., Rodriguez-Reinoso, 2006).

#### a. Aktivasi fisika

Aktivasi fisika, suatu proses aktivasi yang mengaitkan adanya gas pengoksidasi seperti udara bersuhu rendah, uap, karbon dioksida, atau aliran gas



bersuhu tinggi. Proses aktivasi fisika mengaitkan pembakaran gas pengoksidasi seperti uap karbon dioksida atau aliran gas menggunakan suhu rendah dan tinggi.

Tahapan proses aktivasi fisika dari suhu rendah sampai suhu tinggi:

1. Air menguap pada suhu 100°C - 120°C dan mencapai suhu hingga 270°C.
2. Pada rentang suhu 270°C - 310°C, terjadi reaksi eksotermik di mana gas-gas CO dan CO<sub>2</sub> mengalami dekomposisi.
3. Pada suhu antara 310°C - 500°C, terjadi pengurangan bahan organik, penurunan gas CO<sub>2</sub>, sementara gas CO, CH<sub>4</sub>, dan H<sub>2</sub> mengalami peningkatan.
4. Pada suhu 500°C - 1000°C, terjadi tingkat pemurnian di mana kandungan karbonnya relatif konstan.

#### **b. Aktivasi kimia**

Bahan adsorben yang bersifat basa terlebih dahulu direndam dalam aktivator yang berupa beberapa bahan kimia bersifat asam. Proses dilanjutkan dengan proses karbonisasi, setelah itu produk hasil proses karbonisasi didinginkan kemudian dicuci dengan tujuan untuk menghilangkan atau membuang aktivator yang sebelumnya tercampur dengan substrat.

## **2.7 Rancangan *Response Surface* dan Analisis**

### **2.7.1 *Response Surface Methodology***

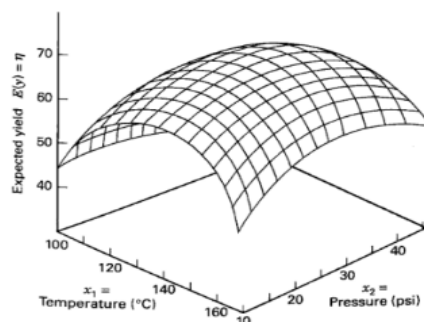
*Response Surface Methodology* adalah pendekatan pemodelan empiris yang menemukan nilai terbaik dari sebuah respon variabel independen untuk menentukan hubungan dan masalah dari banyak variabel. RSM memodelkan dan menganalisis hasil eksperimen dengan menggunakan proses matematika dan statistik untuk menentukan parameter signifikan yang mempengaruhi optimalisasi respon akhir (Riswanto et al., 2019). RSM meningkatkan profitabilitas dan secara signifikan mengurangi jumlah perawatan yang diperlukan, menghemat waktu dan bahan. Sebagai hasilnya, langkah pertama dalam menerapkan RSM adalah memilih teknik yang tepat untuk menentukan hubungan yang benar antara respon dan variabel secara tunggal (Endang Zainal Hasan et al., 2012).

Berdasarkan buku (Montgomery, 2020) *Response Surface Methodology* (RSM) adalah suatu metode yang diperlukan untuk menganalisis pengaruh variabel independen terhadap variabel respon dengan tujuan mencapai respon terbaik atau optimal. Sebagai contoh, RSM berguna untuk menetapkan nilai optimal dari setiap variabel independen, seperti suhu ( $x_1$ ) dan tekanan ( $x_2$ ), untuk mencapai nilai optimal dari variabel respon. Nilai respon yang diperoleh kemudian dapat dimodelkan dalam bentuk persamaan, yang mencerminkan hubungan antara suhu dan tekanan pada level atau tingkat tertentu.

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

Jika  $\varepsilon$  adalah kesalahan dalam respon, maka untuk membuktikan respon optimal dapat diformulasikan sebagai  $E(y) = f(x_1, x_2) = \eta$ , di mana  $\eta$  merupakan target atau nilai yang diinginkan. Dalam hal ini, fungsi  $f(x_1, x_2)$  yang menghubungkan variabel independen ( $x_1$  dan  $x_2$ ) dengan variabel respon ( $y$ ) dapat disebut sebagai permukaan respon. Permukaan respon ini mencerminkan hubungan kompleks antara variabel-variabel tersebut, dan tujuannya adalah untuk mencari nilai optimal dari variabel independen sehingga respon mencapai nilai yang diinginkan ( $\eta$ ).

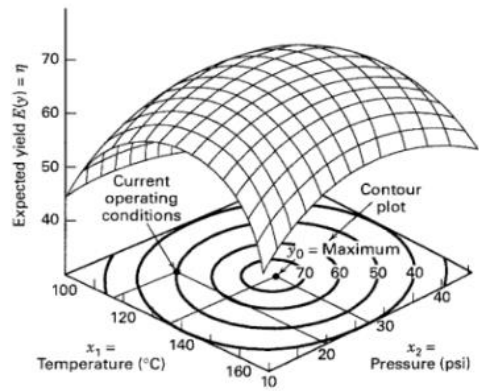
Grafik permukaan respon, yang mencerminkan hubungan antara variabel independen dan variabel respon di tunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Grafik Permukaan Respon (Montgomery, 2020)

Untuk memvisualisasikan geometri permukaan respon dengan baik, kita biasanya menggambarkan kontur permukaan respon seperti yang diilustrasikan pada gambar 2.2. Dengan menggunakan bidang  $x_1$ ,  $x_2$ , plot kontur dibuat dengan

menggambar garis-garis respon kontinu. Permukaan respon dibagi menjadi beberapa *contour*, dengan setiap *contour* mewakili ketinggian yang berbeda.



Gambar 2. 2 Plot Kontur (Montgomery, 2020)

Dalam *Response Surface Methodology* (RSM), hubungan antara respon dan variabel bebas seringkali tidak diketahui secara pasti, dan oleh karena itu, menentukan perkiraan yang tepat untuk hubungan fungsional antara respon ( $y$ ) dan variabel independen merupakan tahap awal yang penting dalam RSM. Dalam banyak kasus, model matematika yang digunakan adalah model polinomial order pertama, terutama jika hubungan antara respon dan variabel independen cenderung bersifat linier. Persamaan order pertama ini dapat direpresentasikan oleh persamaan (2.2)(Montgomery, 2020).

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon_i \quad (2.2)$$

Persamaan order kedua ditunjukkan dalam persamaan (2.3) jika bentuk hubungan antara respon ( $y$ ) dan variabel bebas ( $x$ ) yaitu kuadrat (Montgomery, 2020).

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

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 ketika menggunakan cara ini

yaitu bentuk persamaannya menggunakan fungsi berorder satu atau fungsi berorder dua. Dalam desain fungsi respons berorder satu, rancangan eksperimennya cukup menggunakan  $2^k$  faktorial, di mana setiap perlakuan memiliki 2 level perlakuan. Namun, ketika bertemu dengan fungsi respon berorder dua, kebutuhan akan unit eksperimen dapat meningkat, dan desain eksperimen seperti *Central Composite Design* (CCD) dan *Box-Behnken Design* (BBD) sering digunakan. CCD dan BBD adalah pilihan yang populer untuk eksperimen respon permukaan order dua karena memungkinkan pemodelan yang efisien dan dapat memberikan informasi yang cukup untuk mengevaluasi hubungan antara variabel independen dan respon (Widya utami syafaat, 2016)

### 2.7.2 Central Composite Design

Menurut (Sung H. Park, 1996) untuk *Central Composite Design* (CCD) dengan  $k=3$  faktor, termasuk 2 *center point*, matriks rancangannya akan terdiri dari:

1. Faktorial:  $2^3 = 8$  poin faktorial (titik pusat yang terdiri dari semua kombinasi tingkat tinggi dan rendah dari masing-masing faktor).
2. *Axial Point*:  $2 \times 3 = 6$  poin axial (titik yang terletak pada garis sumbu, di luar faktorial).
3. *Center Point*: nc (jumlah titik pusat)

$$D = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ -\alpha & 0 & 0 \\ \alpha & 0 & 0 \\ 0 & -\alpha & 0 \\ 0 & \alpha & 0 \\ 0 & 0 & -\alpha \\ 0 & 0 & \alpha \end{bmatrix} \left. \begin{array}{l} \} \\ \} \\ \} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 2^3 \text{ factorial points} \\ 2 \text{ center points} \\ 2 \times 3 \text{ axial points} \end{array}$$

Gambar 2. 3 Variabel Bebas CCD (Endya & Wahyudie, 2023)

Untuk mendapatkan nilai rotabilitas ( $\alpha$ ) dalam bentuk pengkodean pada *Central Composite Design* (CCD) dengan k variabel bebas, persamaan yang dapat dipakai adalah (Montgomery, 2020).

$$\alpha = 2^{k/4} \quad (2.4)$$

Untuk memperoleh nilai aktual pada rotabilitas ( $\alpha$ ) dalam pengkodean faktorial, dapat menggunakan persamaan berikut (Montgomery, 2020).

$$\alpha = \frac{Xi - Center Point}{\frac{1}{2}(Maksimum - Minimum)} \quad (2.5)$$

### 2.7.3 Analisa Persamaan *Second-Order*

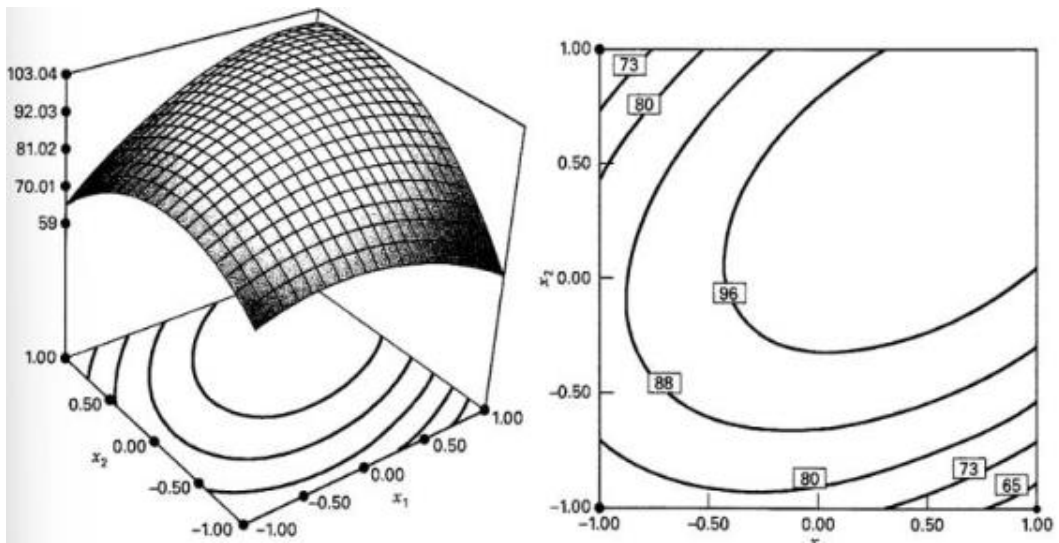
Persamaan umum untuk analisis persamaan prediksi nilai respon (y) dengan pendekatan regresi pada model order kedua.

$$\beta = (X^T X)^{-1} X^T y \quad (2.6)$$

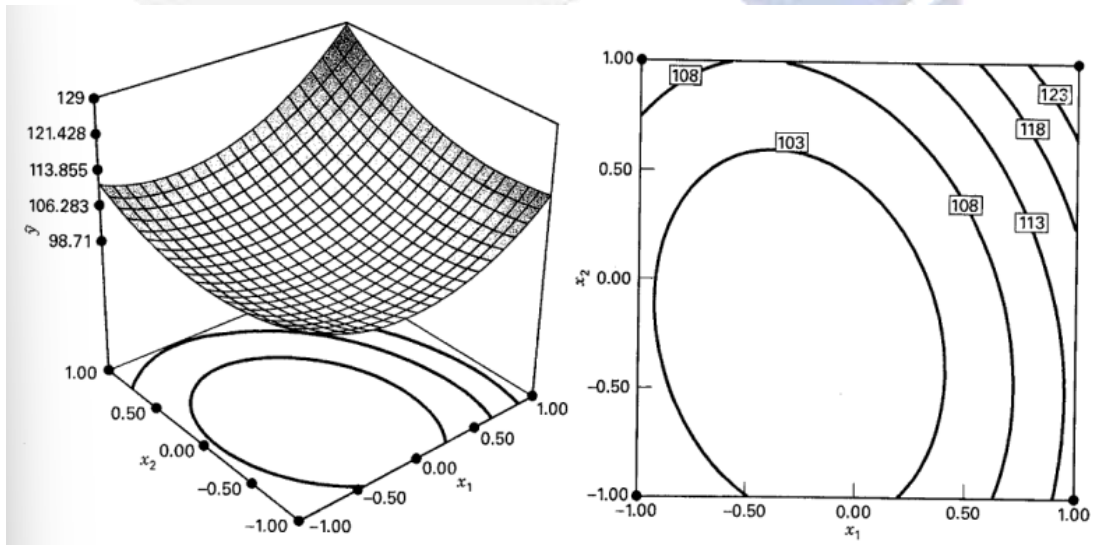
Setelah memperoleh persamaan order kedua dengan pendekatan regresi, langkah selanjutnya adalah menganalisis dan memahami karakteristik sifat permukaan respon tersebut. Dengan menggunakan persamaan regresi, Anda dapat menentukan nilai optimal untuk variabel independen yang akan menghasilkan respon terbaik (Montgomery, 2020).

### 2.7.4 Lokasi Titik Stasioner (*Stationary Point*)

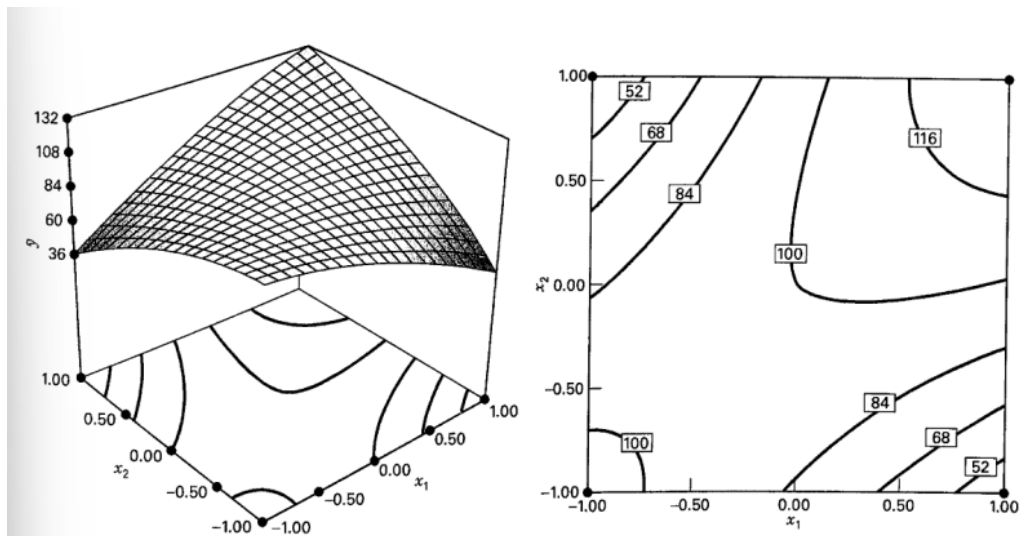
Titik stasioner, yang juga dikenal sebagai *stationary point*, adalah titik di mana turunan pertama dari fungsi respon terhadap variabel bebasnya (x) sama dengan nol. Dalam konteks optimasi, titik stasioner sering digunakan untuk mencari titik optimal dari variabel bebas. Namun, perlu dicatat bahwa titik stasioner bukan selalu titik optimum. Titik stasioner dapat menjadi titik minimum, maksimum, atau titik *saddle* (titik lembah atau titik puncak bidang datar) pada fungsi respon (Montgomery, 2020). Titik stasioner ditunjukkan pada titik respon minimal (Gambar 2.4), titik maksimal (Gambar 2.5), atau *saddle point* (Gambar 2.6).



Gambar 2. 4 Respon Permukaan dan Plot Kontur pada titik maksimum  
(Montgomery, 2020)



Gambar 2. 5 Respon Permukaan dan Plot Kontur pada titik minimum  
(Montgomery, 2020)



Gambar 2. 6 Respon Permukaan dan Plot Kontur pada *Saddle Point*  
(Montgomery, 2020)

Persamaan berikut adalah cara untuk menentukan titik stasioner yang dapat dinotasikan dalam matriks.

$$X_0 = -\frac{1}{2}B^{-1}b \quad (2.7)$$

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 (2.8) digunakan untuk menemukan nilai optimum dari variabel independen berdasarkan titik stasioner ( $X_0$ ) (Montgomery, 2020).

$$X_i = \frac{\text{Variabel bebas}-\text{Center Point (Cp)}}{\frac{1}{2}(\text{maksimum}-\text{minimum})} \quad (2.8)$$

Persamaan yang digunakan untuk menemukan prediksi nilai respon dari *stationary point* adalah persamaan (2.9) (Montgomery, 2020).

$$\hat{y}_0 = \hat{\beta}_0 + \frac{1}{2}x'_0b \quad (2.9)$$

### 2.7.5 Analisis Kanonikal

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

$$\hat{y} = \hat{y}_0 + \lambda_1 \omega_1^2 + \lambda_2 \omega_2^2 + \dots + \lambda_k \omega_k^2 \quad (2.10)$$

Menurut (Montgomery, 2020) jika semua nilai ( $\lambda_i$ ) negatif, maka bentuk permukaan respon pada titik stasioner adalah titik maksimum. Sebaliknya, jika semua nilai positif, maka bentuk permukaan respon adalah titik minimum. Jika nilai memiliki tanda yang berbeda, maka titik stasioner adalah titik *saddle* (lembah atau puncak bidang datar).

### 2.7.6 Uji Normalitas

Uji normalitas adalah suatu teknik statistik yang dipakai untuk mengevaluasi apakah suatu set data mengikuti distribusi normal atau tidak. Distribusi normal, juga dikenal sebagai distribusi *Gaussian*, merupakan distribusi simetris yang seringkali muncul dalam analisis statistik. Distribusi normal diartikan sebagai distribusi khusus yang mempunyai ciri berbentuk lonceng ketika membentuk histogram. Untuk menganalisis normalitas data ada banyak metode yang dapat digunakan seperti *Liliefors*, *Kolmogorof-Smirnov*, *Chi-square*, dan sebagainya (Nuryadi et al., 2017).

Dalam riset ini, untuk mengetahui apakah data mengikuti distribusi normal, digunakan analisis data non-parametrik *Kolmogorov-Smirnov* sampel tunggal. Jika hasil uji *Kolmogorov-Smirnov* menunjukkan nilai p dari uji *Kolmogorov-Smirnov* lebih besar dari 0,05 dalam hal ini tidak memiliki cukup bukti untuk menolak hipotesis nol. Dalam konteks ini, hipotesis nol adalah bahwa data berasal dari distribusi normal. Oleh karena itu, kita dapat menyimpulkan bahwa data dapat dianggap mengikuti distribusi normal. Sebaliknya, jika nilai p dari uji *Kolmogorov-Smirnov* kurang dari 0,05 dapat menolak hipotesis nol, yang mengindikasikan bahwa data tidak mengikuti distribusi normal (Ginting & Silitonga, 2019).



### 2.7.7 Analisis Varian (ANOVA)

Dalam regresi berganda, jumlah kuadrat total (SST), jumlah kuadrat regresi (SSR), dan jumlah kuadrat error (SSE) dapat dihitung dengan rumus berikut (Sung H. Park, 1996).

$$SSR = \sum(\hat{y}_i - \bar{y})^2 = \hat{y}'\hat{y} - n\bar{y}^2 = \hat{\beta}'X'\hat{y} - n\bar{y}^2 \quad (2.11)$$

$$SST = \sum(y_i - \bar{y})^2 = \sum y_i^2 - n\bar{y}^2 \quad (2.12)$$

$$SSE = SST - SSR \quad (2.13)$$

Tabel analisis varian untuk regresi berganda disajikan pada Tabel 2.1. Persamaan regresi menyatakan bahwa hubungan antara variabel bebas (x) dengan respon (y) diasumsikan signifikan jika  $F_{value} > F_{table}$  (Sung H. Park, 1996).

Tabel 2. 1 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-Table</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 2.1. *Mean Square Regression* (MSR) adalah kuadrat rata-rata regresi dan diperoleh dengan membagi *Sum of Squares Regression* (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).

### 2.7.8 Uji Ketidaksesuaian Persamaan (*Lack of Fit*)

Menurut (Montgomery, 2020) pengujian *lack of fit* dalam statistik diperlukan untuk mengenal sejauh mana model regresi yang diusulkan sesuai atau tidak sesuai dengan data observasional. Analisis varian (ANOVA) sering digunakan untuk melakukan pengujian *lack of fit* ini. Perhitungan jumlah kuadrat kesalahan (SSE) dapat dipecah menjadi dua komponen, yaitu jumlah kuadrat kesalahan murni ( $SS_{PE}$ , *sum of squares pure error*) dan jumlah kuadrat *lack of fit* ( $SS_{LOF}$ , *sum of squares lack of fit*) ditulis seperti  $SS_E = SS_{PE} + SS_{LOF}$ .

Sehingga persamaan untuk  $SS_{PE}$  dan  $SS_{LOF}$  adalah sebagai berikut (Montgomery, 2020).

$$SS_{PE} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} (y_{ij} - \bar{y}_i)^2 \quad (2.14)$$

$$SS_{LOF} = \sum_{i=1}^m n_i (\bar{y}_i - \hat{y}_1)^2 \quad (2.15)$$



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Rangkaian diagram alir berikut memberikan penjelasan terkait penelitian yang akan dilakukan pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

## 3.2 Studi Literatur

Informasi dari studi literatur bertujuan sebagai panduan dalam melakukan penelitian ini sesuai dengan tujuannya. Data yang dikumpulkan untuk studi literatur berupa teori, gambar, dan tabel dari buku, jurnal, survei, dan sumber-sumber *online* yang valid dan terpercaya dengan topik penelitian ini.

## 3.3 Rancangan Eksperimen

### 3.3.1. Identifikasi Masalah

Produksi kacang Sacha Inchi dapat membahayakan lingkungan jika tidak dilakukan secara berkelanjutan. Dikarenakan limbah dari cangkang kacang yang dibiarkan begitu saja pada saat proses panen. Oleh karena itu limbah cangkang kacang Sacha Inchi akan dimanfaatkan sebagai material pada penelitian ini yang nantinya akan diolah menjadi karbon aktif.

### 3.3.2. Design Eksperimen

Penelitian ini dibagi menjadi 3 variabel, seperti:

- a) Variabel terikat atau respon pH dan TDS.
- b) Variabel bebas seperti suhu dan waktu penahan.
- c) Variabel tetap (kontrol) seperti mesh dan massa *powder*.

### 3.3.3. Menentukan Faktor dan Level Eksperimen

Pada penelitian ini faktor dan level ditunjukkan dalam tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Faktor dan Level Eksperimen

Faktor	Level	
	Rendah	Tinggi
Temperatur	400°C	500°C
Waktu Penahan	30 menit	60 menit

### 3.3.4. Menentukan Kode Variabel Bebas

*Central Composite Design* (CCD) digunakan pada penelitian ini untuk membuat rancangan eksperimen dengan 3 faktor. Kode rancangan eksperimen terdapat pada tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Kode Variabel Bebas

<i>Type of Points</i>	$X_1$	$X_2$	$X_3$
<i>Cube/Factorial Point</i>	-1	-1	-1
	-1	-1	1
	-1	1	-1
	-1	1	1
	1	-1	-1
	1	-1	1
	1	1	-1
	1	1	1
<i>Axial Point</i>	$-\alpha$	0	0
	$\alpha$	0	0
	0	$-\alpha$	0
	0	$\alpha$	0
	0	0	$-\alpha$
	0	0	$\alpha$
<i>Center Point</i>	0	0	0
	0	0	0
	0	0	0

### 3.3.5. Menentukan Nilai Variabel Bebas

Rancangan eksperimen yang digunakan untuk menentukan nilai variabel bebas ditunjukkan pada tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Nilai Variabel Bebas

Nomor Sampel	Temperatur (°C)	Waktu Penahan (menit)
1.	400	30
2.	500	30
3.	400	60
4.	500	60
5.	379	45
6.	521	45
7.	450	24
8.	450	66
9.	450	45
10.	450	45
11.	450	45
12.	450	45
13.	450	45

### 3.4 Bahan dan Alat

#### 3.4.1 Bahan Penelitian

Berikut adalah bahan utama yang digunakan pada saat pengujian:

- Kacang Sacha Inchi

Cangkang dari Kacang Sacha Inchi di manfaatkan sebagai material pada penelitian ini.



Gambar 3. 2 Cangkang Kacang Sacha Inchi

#### 3.4.2 Alat Penelitian

Alat-alat berikut digunakan pada saat proses penelitian.

##### 1. Mortar

Mortar digunakan untuk menghaluskan serbuk cangkang kacang Sacha Inchi yang sudah diaktivasi.



Gambar 3. 3 Mortar

##### 2. Mesh

Mesh digunakan untuk menentukan ukuran *powder* yang digunakan pada penelitian. Mesh yang digunakan adalah mesh 200.



Gambar 3. 4 Mesh 200

### 3. *Furnace*

*Furnace* adalah alat yang digunakan untuk pemanasan pada proses aktivasi *powder*. Dilakukan dengan suhu dari 400°C - 500°C pada proses pembakaran sampel *powder*.



Gambar 3. 5 Furnace HT 02

### 4. **Cawan Krusibel**

Cawan ini berfungsi sebagai tempat untuk menampung cangkang kacang Sacha Inchi pada saat proses aktivasi dengan ukuran cawan 50 ml.



Gambar 3. 6 Cawan Krusibel

**5. Timbangan Digital**

Timbangan digital digunakan sebagai media untuk menimbang *powder* hasil aktivasi selama proses pengujian penelitian.



Gambar 3. 7 Timbangan Digital

**6. Gelas Beaker**

Gelas Beaker digunakan sebagai wadah untuk menampung air yang digunakan dalam penelitian. Air dituangkan sebanyak 250 ml kedalam wadah.



Gambar 3. 8 Gelas Beaker

**7. pH meter**

pH meter berfungsi sebagai alat untuk mengukur derajat keasamaan pada air sebelum dan sesudah diberikan *powder* hasil aktivasi.





Gambar 3. 9 pH meter

#### 8. TDS meter

TDS meter digunakan untuk mengukur kejernihan pada air baik itu sebelum dan sesudah diberikan *powder* hasil aktivasi.



Gambar 3. 10 TDS meter

### 3.5 Proses Pembuatan Sampel.

Pembuatan sampel dari Cangkang Kacang:

1. Pengolahan cangkang kacang Sacha Inchi dimulai dengan pengupasan cangkang kacang dari buahnya.
2. Cangkang kacang kemudian dimasukkan ke dalam furnace heat treatment untuk diaktivasi dengan variasi suhu 400°C - 500°C dengan variasi waktu 30 menit - 60 menit.
3. Setelah dilakukan aktivasi kemudian cangkang tersebut didinginkan di ruangan terbuka.
4. Setelah proses pendinginan telah selesai, dilakukan penghalusan dengan menggunakan mortar.
5. Selesai proses penghalusan, *powder* di masukkan ke dalam wadah plastik sampel berjumlah 13 sampel.

6. Langkah selanjutnya adalah mengayak *powder* dengan menggunakan mesh 200.
7. Berikutnya masukan *powder* ke dalam wadah cangkir yang dicampurkan air sebanyak 250 ml.
8. Aduk cangkir yang berisi *powder* hingga bercampur dan larut dalam air. Tunggu hingga 2 jam
9. Setelah 2 jam, lanjut dengan mengecek sampel menggunakan pH meter dan TDS meter dengan masing-masing sampel selama 3 menit.

### 3.6 Pengambilan Data

Sumber air yang digunakan pada penelitian ini ada di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Alat uji yang digunakan berupa pH meter dan TDS meter. Setelah dilakukan pengambilan data pada semua sampel selanjutnya data diolah menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM).

### 3.7 Analisis Data

Setelah pembuatan dan pengambilan data, langkah selanjutnya yaitu menganalisis data. Data diolah menggunakan analisis varian. Adapun tahap-tahap dalam menganalisis data seperti.

#### a) Pengujian Normalitas Data

- Tujuan : Memeriksa data mengikuti distribusi normal atau tidak.
- Metode : Beberapa uji normalitas umum termasuk uji *Kolmogorov-Smirnov* atau uji *Shapiro-Wilk*.

#### b) Uji Analisis Varians (ANOVA)

- Tujuan : Menilai apakah ada perbedaan penting antara rata-rata kelompok.
- Metode : Melibatkan perbandingan variasi antar kelompok dan variasi dalam kelompok.

#### c) Menganalisis Persamaan *Second Order*

- Tujuan : Memodelkan hubungan kuadrat antara variabel.
- Metode : Melibatkan persamaan matematika dengan suku kuadrat untuk memahami pola hubungan antar variabel.

- d) Uji Ketidaksesuaian Persamaan Regresi (*Lack of Fit*)
- Tujuan : Menentukan apakah model regresi sesuai dengan data dengan baik.
  - Metode : Menggunakan uji statistik untuk mengevaluasi sejauh mana model regresi cocok dengan data observasional.
- e) Menentukan Nilai *Stationary Point* ( $X_0$ )
- Tujuan : Mengidentifikasi titik di mana gradien fungsi atau kurva adalah nol.
  - Metode : Dapatkan turunan pertama fungsi dan cari titik di mana turunan tersebut sama dengan nol.
- f) Menentukan Nilai Optimal
- Tujuan : Menentukan nilai variabel independen yang mengoptimalkan nilai fungsi respon atau tujuan.
  - Metode : Gunakan metode optimasi seperti turunan nol atau metode numerik lainnya.
- g) Membuat Analisis Kanonikal
- Tujuan : Menilai hubungan antara dua set variabel.
  - Metode : Menggunakan analisis statistik untuk mengidentifikasi pola hubungan linear antara dua set variabel.
- h) Membuat Grafik *Surface Respon* dan *Contour Plot*
- Tujuan : Memvisualisasikan bagaimana respon berubah tergantung pada dua variabel independen.
  - Metode : Membuat grafik tiga dimensi (*surface plot*) dan plot kontur untuk memahami pola hubungan antara dua variabel independen dan variabel respon.

## **BAB IV**

### **PEMBAHASAN**

#### **4.1 Pengambilan Data**

Data penelitian diambil memakai desain eksperimen *Central Composite Design* terdapat 2 faktor dan 2 level. Berdasarkan desain eksperimen, dimanipulasi susunan variabel independen untuk menghasilkan total 13 sampel. Prosedur pengujian memakai perangkat lunak minitab versi 21.3 (*minitab license*). Proses yang diuji yaitu pengaruh pH dan TDS dengan berat 0,3 gram terhadap air. Gambar 4.1 menampilkan sumber mata air yang digunakan di Politeknik Manufaktur Bangka Belitung.



Gambar 4. 1 Sumber Mata Air

#### **4.2 Analisis Data Respon *Potential of Hydrogen* (pH)**

##### **4.2.1 Pengambilan Data pH Air**

Pengambilan data dilakukan dengan mengecek dan menghitung pH awal dan pH akhir air dengan mencampurkan arang aktif yang sudah diaktivasi menggunakan pH meter. Gambar 4.2 menampilkan sampel yang dimasukkan ke dalam wadah berisi air 250 ml.



Gambar 4. 2 Kondisi pH awal air dan pH akhir air

Hasil sampel diukur menggunakan alat pH meter dan didapatkan hasil ukur pH yang ditunjukkan pada tabel 4.1.

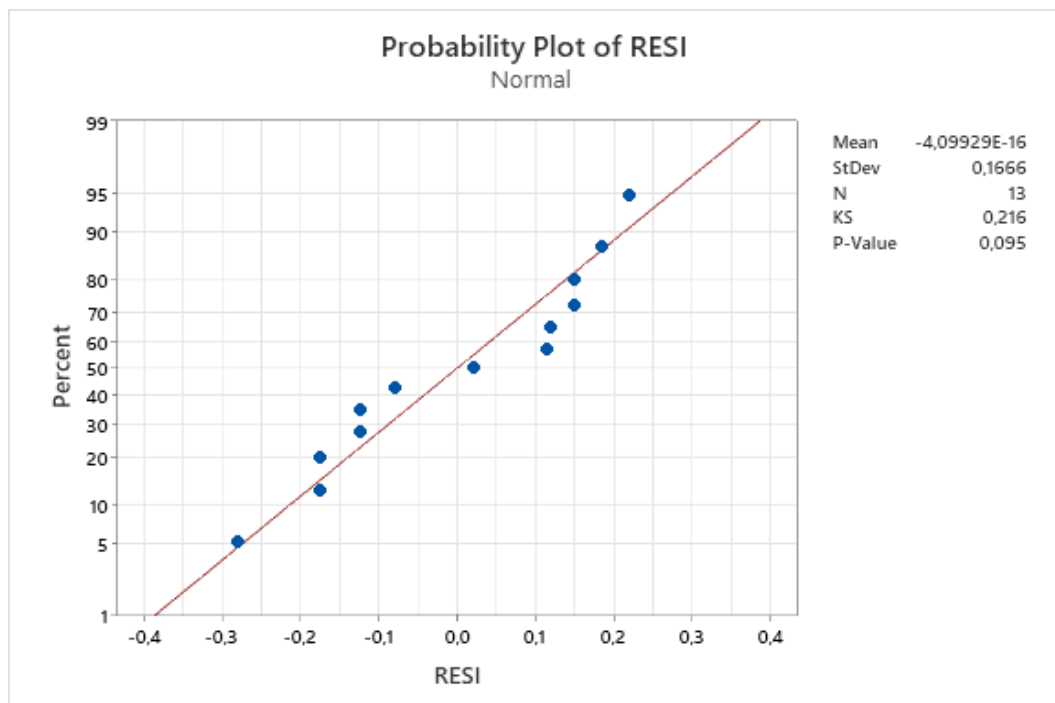
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran pH

<b>Temperatur</b>	<b>Time</b>	<b>pH</b>
400	30	7,9
500	30	7,9
400	60	7,9
500	60	7,9
379	45	7,6
521	45	7,7
450	24	7,5
450	66	7,6
450	45	7,9
450	45	7,8
450	45	7,7
450	45	7,6
450	45	7,4

#### 4.2.2 Uji Normalitas

Nilai respon pH kemudian diperiksa untuk mengetahui apakah data tersebut normal atau abnormal. Uji normalitas dilakukan dengan bantuan perangkat lunak minitab versi 21.3 (*minitab license*). Hasil uji normalitas ditampilkan pada Gambar 4.3. Berdasarkan gambar tersebut, data menunjukkan tingkat kenormalan data dikarenakan nilai  $KS > 5\%$ .

Kesimpulan yang didapatkan dari data jawaban adalah respon pH mengikuti distribusi normal.



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

#### 4.2.3 Uji Analisis Varian (ANOVA)

Penggunaan perangkat lunak minitab versi 21.3 (*minitab license*) dapat dilakukan untuk memvalidasi data analisis varian (ANOVA) nilai persamaan *second order* dalam bentuk *coded*. Hasil analisis ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Analisis Varian (ANOVA)

<i>Source</i>	<i>DoF</i>	<i>Sum of Square</i>	<i>Mean of Square</i>	<i>F-VALUE</i>	<i>F-TABLE</i>
Model	5	0,030077	0,006015	0,13	
Temperatur	1	0,002500	0,002500	0,05	5,59
Time	1	0,002500	0,002500	0,05	5,59
Temperatur*Temperatur	1	0,025043	0,025043	0,53	5,59
Time*Time	1	0,000696	0,000696	0,01	5,59
2-Way Interaction	1	0,000000	0,000000	0,00	5,59
Temperatur*Time	1	0,000000	0,000000	0,00	5,59
Error	7	0,333000	0,047571		
Lack-Of-Fit	3	0,185000	0,061667	1,67	4,35
Total	12	0,363077			

- Hipotesis untuk pengaruh yang diberikan yaitu:  
 $H_0$ : Temperatur tidak berpengaruh terhadap perubahan nilai pH.  
 $H_1$ : Temperatur berpengaruh terhadap perubahan nilai pH.  
 $H_0$ : Waktu pemanasan tidak berpengaruh terhadap perubahan nilai pH.  
 $H_1$ : Waktu pemanasan berpengaruh terhadap perubahan nilai pH.
- Keputusan menolak hipotesis awal ( $H_0$ ) jika  $F_{value} > F_{table}$ .  
Keputusan gagal ditolak hipotesis awal ( $H_0$ ) jika  $F_{value} < F_{table}$ .
- Taraf signifikan ( $\alpha$ ) sebesar 5% atau 0,05.

Berdasarkan tabel 4.2 membuktikan bahwa  $F_{value}$  temperatur  $< F_{table}$  dan  $F_{value}$  waktu  $< F_{table}$ . Untuk  $F_{value}$  temperatur nilainya 0,05 dan  $F_{value}$  waktu nilainya 0,05 dengan  $F_{table}$  nilainya 5,59 membuktikan bahwa keputusannya gagal menolak  $H_0$ . Artinya temperatur dan waktu tidak memberikan pengaruh terhadap pH.

$F_{value}$  kuadrat temperatur  $< F_{table}$  dan  $F_{value}$  kuadrat waktu  $< F_{table}$ . Dengan nilai  $F_{value}$  kuadrat temperatur nilainya 0,53 dan nilai  $F_{value}$  kuadrat waktu nilainya

0,01 dengan  $F_{table}$  nilainya 5,59 sehingga menunjukkan bahwa keputusannya gagal menolak  $H_0$ .

$F_{value}$  interaksi antara temperatur dan waktu  $< F_{table}$ . Dengan nilai  $F_{value}$  interaksi antara temperatur dan waktu sebesar 0,00 dengan nilai  $F_{table}$  sebesar 5,59 sehingga menunjukkan bahwa keputusannya gagal menolak  $H_0$ .

#### 4.2.4 Persamaan *Second Order*

Untuk menganalisis data yang valid pada persamaan *second order* dengan pendekatan regresi menggunakan perangkat lunak minitab versi 21.3 (*minitab license*). Perhitungan regresi menggunakan persamaan (2.6).

$$\beta = \begin{pmatrix} \hat{\beta}_0 \\ \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \\ \hat{\beta}_{11} \\ \hat{\beta}_{22} \\ \hat{\beta}_{12} \end{pmatrix} = ((X'X)^{-1})(X'y) \quad (2.6)$$

Dari persamaan (2.6), didapat perhitungan persamaan *second order* dalam bentuk *coded*.

**Matrik X**

1	-1	-1	1	1	1
1	1	-1	1	1	-1
1	-1	1	1	1	-1
1	1	1	1	1	1
1	-1,41	0	1,99	0	0
1	1,41	0	1,99	0	0
1	0	-1,41	0	1,99	0
1	0	1,41	0	1,99	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0



**Matrik Y (pH)**

$$\begin{bmatrix} 7,9 \\ 7,9 \\ 7,9 \\ 7,9 \\ 7,6 \\ 7,7 \\ 7,5 \\ 7,6 \\ 7,9 \\ 7,8 \\ 7,7 \\ 7,6 \\ 7,4 \end{bmatrix}$$

**Matrik X<sup>T</sup>**

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1,00 & 1,00 & 1,00 & 1,00 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & -1 & 1 & -1,41 & 1,41 & 0,00 & 0,00 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 1 & 1 & 0,00 & 0,00 & -1,41 & 1,41 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1,99 & 1,99 & 0,00 & 0,00 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0,00 & 0,00 & 1,99 & 1,99 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & -1 & -1 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

**Matrik (X<sup>T</sup>X)**

$$\begin{bmatrix} 13,00 & 0,00 & 0,00 & 7,98 & 7,98 & 0 \\ 0,00 & 7,97 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0 \\ 0,00 & 0,00 & 7,97 & 0,00 & 0,00 & 0 \\ 7,98 & 0,00 & 0,00 & 11,9 & 4,00 & 0 \\ 7,98 & 0,00 & 0,00 & 4,00 & 11,9 & 0 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 4 \end{bmatrix}$$

**Matrik (X<sup>T</sup>X)<sup>-1</sup>**

$$\begin{bmatrix} 0,199 & 0,000 & 0,000 & -0,100 & -0,100 & 0,00 \\ 0,000 & 0,125 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,00 \\ 0,000 & 0,000 & 0,125 & 0,000 & 0,000 & 0,00 \\ -0,100 & 0,000 & 0,000 & 0,144 & 0,018 & 0,00 \\ -0,100 & 0,000 & 0,000 & 0,018 & 0,144 & 0,00 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,25 \end{bmatrix}$$

**Matrik  $X^T y$**

$$\begin{bmatrix} 100,400 \\ 0,141 \\ 0,141 \\ 62,047 \\ 61,649 \\ 0,000 \end{bmatrix}$$

**Matrik  $(X^T X)^{-1} X^T y$**

$$\begin{bmatrix} 7,67940 \\ 0,01768 \\ 0,01768 \\ 0,06070 \\ 0,01045 \\ 0,00000 \end{bmatrix}$$

Dari hasil perhitungan persamaan (2.6) didapatkan persamaan *second order* dalam bentuk *coded*.

$$Y = 7,67940 + 0,01768X_1 + 0,01768X_2 + 0,06070X_1^2 + 0,01045X_2^2 + 0,00000X_1X_2$$

Dengan:

Y = Prediksi Nilai pH

$X_1$  = Nilai Temperatur

$X_2$  = Nilai Waktu

#### 4.2.5 Uji Ketidaksesuaian Persamaan Regresi (*Lack of Fit*)

Ketidaksesuaian persamaan regresi dapat diketahui menggunakan *lack of fit* dengan data yang ada.

- Hipotesis

$H_0$ : Model cocok (tidak ada *lack of fit*)

$H_1$ : Model tidak cocok (ada *lack of fit*)

- Keputusan menolak hipotesis awal ( $H_0$ ) jika  $F_{value} > F_{table}$ .

Keputusan gagal ditolak hipotesis awal ( $H_0$ ) jika  $F_{value} < F_{table}$ .

- Taraf signifikan ( $\alpha$ ) sebesar 5% atau 0,05.

Berdasar pada tabel analisis varian menunjukkan bahwa  $F_{value}$  *lack of fit*  $< F_{table}$ .  $F_{value}$  *lack of fit* persamaan *second order* dalam *coded* adalah 1,67 dengan

nilai  $F_{table}$  adalah 4,35 yang berarti keputusannya gagal ditolak  $H_0$ . Artinya model cocok (tidak ada *lack of fit*).

#### 4.2.6 Menentukan *Stationary Point* ( $X_0$ )

Dari persamaan *second order* yang telah didapat, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan nilai *stationary point* ( $X_0$ ) dengan mencari nilai matrik  $\hat{\beta}$  dan matrik  $b$ . Dengan menggunakan persamaan (2.7) perhitungan  $X_0$  dalam bentuk *coded*.

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

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \hat{\beta}_{11} & \frac{1}{2}(\hat{\beta}_{12}) \\ \frac{1}{2}(\hat{\beta}_{12}) & \hat{\beta}_{22} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0,06070 & 0,00000 \\ 0,00000 & 0,01045 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 0,01768 \\ 0,01768 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 16,4745 & 0,00000 \\ 0,00000 & 95,6938 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,01768 \\ 0,01768 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0,29127 \\ 1,69187 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = \begin{bmatrix} -0,145634 \\ -0,845933 \end{bmatrix}$$

#### 4.2.7 Menentukan Nilai Optimum dari Faktor $X_1$ dan $X_2$

Sesudah *stationary point* didapatkan, untuk mencari nilai optimum dari setiap variabel menggunakan persamaan (2.8). Di bawah ini merupakan perhitungan nilai optimum faktor  $X_1$  dan  $X_2$  dalam bentuk *coded*.

$$X_0 = \begin{bmatrix} -0,145634 \\ -0,845933 \end{bmatrix}$$

- Mencari nilai optimum untuk temperatur ( $X_1$ )

$X_1$  (Temperatur)

$$x_1 = \frac{\text{Temperatur} - \text{Center point}}{\frac{1}{2}(\text{maksimum} - \text{minimum})}$$

$$x_1 = \frac{\text{Temperatur} - 450}{\frac{1}{2}(500 - 400)}$$

$$-0,145634 = \frac{\text{Temperatur} - 450}{\frac{1}{2}(100)}$$

$$-0,145634 = \frac{\text{Temperatur} - 450}{50}$$

$$\text{Temperatur} = 0,145634 (50) + 450$$

$$\text{Temperatur} = 442,718^\circ$$

- Mencari nilai optimum untuk waktu ( $X_2$ )

$X_2$  (Waktu)

$$x_2 = \frac{\text{Waktu} - \text{Center point}}{\frac{1}{2}(\text{maksimum} - \text{minimum})}$$

$$x_2 = \frac{\text{Waktu} - 45}{\frac{1}{2}(60 - 30)}$$

$$-0,845933 = \frac{\text{Waktu} - 45}{\frac{1}{2}(30)}$$

$$-0,845933 = \frac{\text{Waktu} - 45}{15}$$

$$\text{Waktu} = 0,845933(15) + 45$$

$$\text{Waktu} = 32,3110 \text{ menit}$$

Jadi, nilai optimum dalam bentuk *coded* pada temperatur adalah  $442,718^\circ\text{C}$  atau dibulatkan menjadi  $443^\circ\text{C}$  dan nilai optimum pada waktu penahan adalah  $32,3110$  menit atau dibulatkan menjadi  $32$  menit.

#### 4.2.8 Menentukan Prediksi Nilai Respon pH Pada *Stationary Point*

Prediksi nilai respon pH pada *stationary point* dapat ditentukan dengan persamaan (2.9). Berikut ini merupakan cara menentukan nilainya.

$$\hat{y}_0 = \hat{\beta}_0 + \frac{1}{2}x'_0b$$

$$\hat{y}_0 = 7,67940 + \frac{1}{2} \begin{bmatrix} -0,145634 \\ -0,845933 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,01768 \\ 0,01768 \end{bmatrix}$$

$$\hat{y}_0 = 7,67940 + \frac{1}{2} \begin{bmatrix} -0,145634 & -0,845933 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,01768 \\ 0,01768 \end{bmatrix}$$

$$\hat{y}_0 = 7,67940 + \frac{1}{2} [-0,0175309]$$

$$\hat{y}_0 = 7,67940 + [-0,00876545]$$

$$\hat{y}_0 = 7,67063455$$

Sehingga prediksi nilai pH pada *stationary point* adalah 7,67063455.

#### 4.2.9 Analisis Kanonikal

Nilai analisis kanonikal didapatkan dari persamaan *second order*. Dengan menggunakan persamaan (2.10), didapatkan persamaannya:

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

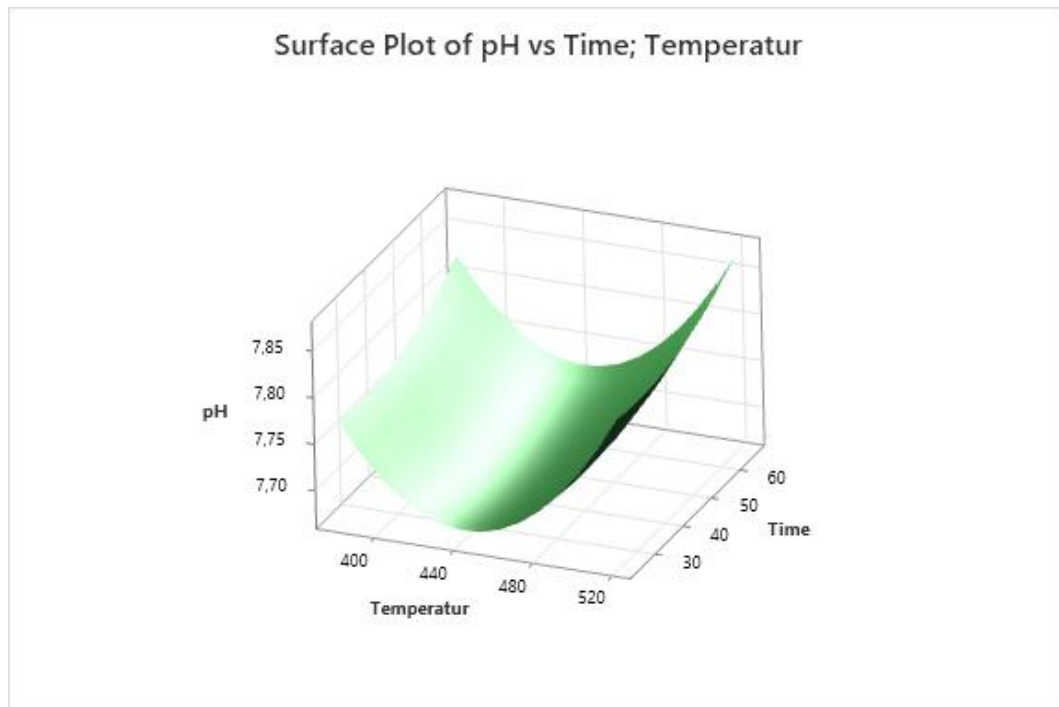
$$\hat{y} = \hat{y}_0 + 0,06070 \omega_1^2 + 0,01045 \omega_2^2$$

Berdasarkan analisis kanonikal didapatkan nilai konstanta dari  $\lambda_1$  dan  $\lambda_2$  pada persamaan diatas yaitu semua positif sehingga model bentuk kanonikal adalah *stationary point* minimum. Artinya pada *stationary point* bahwa nilai optimal terletak pada titik minimum.

#### 4.2.10 Grafik *Surface Plot*

Dengan menggunakan titik-titik stasioner yang diperkirakan dapat memaksimalkan nilai respon pH, grafik *surface plot* menggambarkan bentuk permukaan dari interaksi antara temperatur dan waktu penahan. Hubungan interaksi antara bentuk permukaan dan grafik berikut ini menampilkan *surface plot* yang menunjukkan variabel-variabel independen. Grafik pada perangkat lunak minitab 21.3 (*minitab licence*) digunakan untuk memverifikasi grafik *surface plot*.

Interaksi *surface plot* pH antara temperatur dan waktu penahan ditunjukkan pada gambar 4.4.

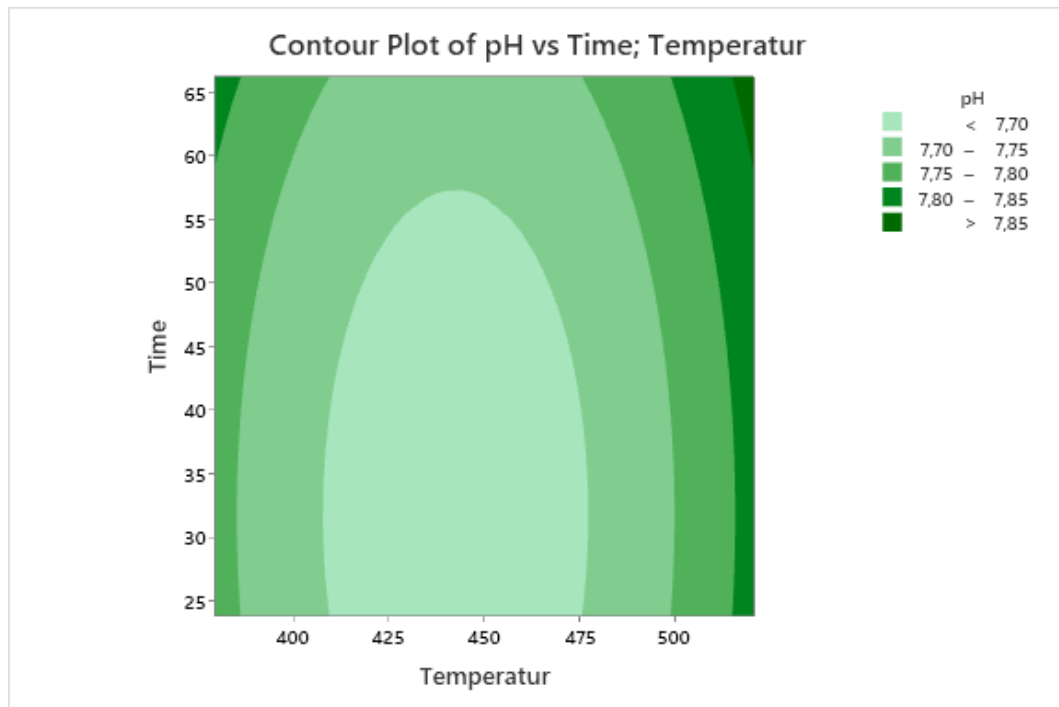


Gambar 4. 4 *Surface Plot* pH antara Temperatur dan Waktu penahan

Dari gambar 4.4 didapatkan kurva dengan bentuk cekung/*concave* sehingga nilai *stationary point*-nya menunjukkan titik minimum. Dengan titik optimal (*coded*) temperatur yaitu 442,718°C dan titik optimal (*coded*) waktu penahan yaitu 32,3110 menit.

#### 4.2.11 Grafik *Contour Plot*

Grafik pada perangkat lunak minitab 21.3 (*minitab licence*) digunakan untuk memverifikasi grafik *counter plot*. Grafik tersebut ditunjukkan oleh gambar 4.5.



Gambar 4. 5 *Contour Plot* pH antara Temperatur dan Waktu Penahan

Dari grafik *contour plot* pada gambar 4.5 menjelaskan bahwa jika wilayah semakin gelap maka akan mempengaruhi pH menjadi tinggi. Dengan nilai pH < 7,70 dengan temperatur 425°C - 475°C dan waktu penahan 25 - 55 menit. Berdasarkan standar pH yang diizinkan yaitu antara pH 6,5 – 8,5 bahwa temperatur dan waktu penahan masih masuk kedalam pH yang diizinkan.

### 4.3 Analisis Data Respon TDS

#### 4.3.1 Perhitungan Nilai *Total Dissolved Solids* (TDS)

Pengambilan data dilakukan dengan mengecek dan mengukur TDS awal air dan TDS akhir air dengan mencampurkan arang aktif yang sudah di aktivasi menggunakan TDS meter. Gambar 4.6 menampilkan sampel yang di masukkan kedalam wadah berisi air 250 ml.



Gambar 4. 6 Kondisi TDS awal air dan TDS akhir air

Hasil sampel diukur menggunakan alat TDS meter dan didapatkan hasil pengukuran yang ditunjukkan pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Data TDS

<b>Temperatur</b>	<b>Time</b>	<b>TDS</b>
400	30	138
500	30	138
400	60	138
500	60	130
379	45	135
521	45	140
450	24	135
450	66	134
450	45	138
450	45	136
450	45	131
450	45	160
450	45	154

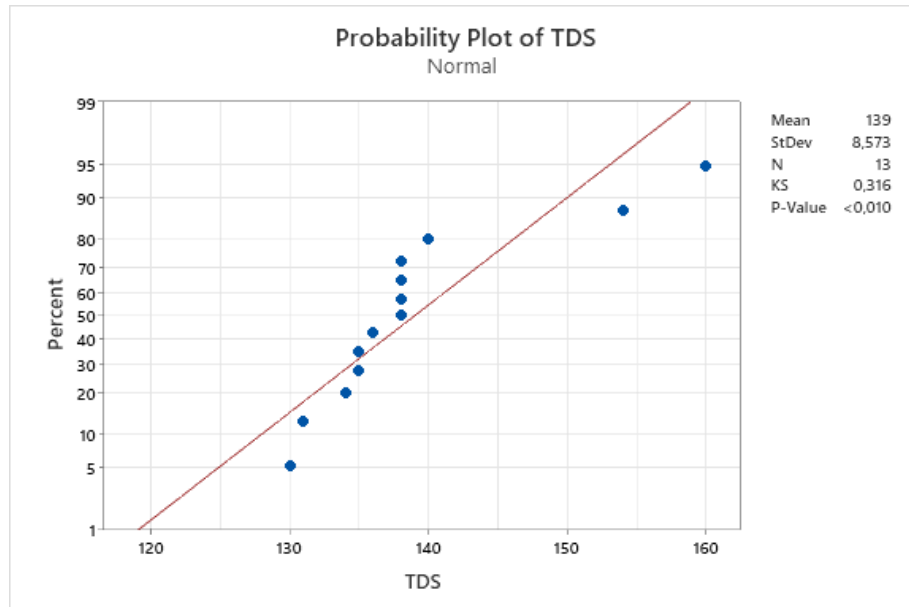
#### 4.3.2 Uji Normalitas

Nilai respon TDS kemudian diperiksa untuk mengetahui kenormalannya. Uji normalitas didapatkan dengan bantuan perangkat lunak minitab versi 21.3 (*minitab license*). Hasil uji normalitas ditampilkan pada gambar 4.7. Berdasarkan



gambar tersebut, data menunjukkan tingkat kenormalan data dikarenakan nilai KS > 5%.

Dengan demikian data jawaban dapat disimpulkan bahwa respon TDS mengikuti distribusi normal.



Gambar 4. 7 Grafik *Normality Test Kolmogorov-Smirnov*

### 4.3.3 Uji Analisis Varian (ANOVA)

Menggunakan perangkat lunak minitab versi 21.3 (*minitab license*) dapat dilakukan validasi data analisis varian (ANOVA) nilai persamaan *second order* dalam bentuk *coded*. Hasil analisis ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Analisis Varian (ANOVA)

<i>Source</i>	<i>DoF</i>	<i>Sum of Square</i>	<i>Mean of Square</i>	<i>F-VALUE</i>	<i>F-TABLE</i>
Model	5	223,386	44,667	0,47	
Temperatur	1	0,108	0,108	0,00	5,59
Time	1	11,078	11,078	0,12	5,59
Temperatur*Temperatur	1	69,026	69,026	0,53	5,59
Time*Time	1	150,417	150,417	1,60	5,59

<i>Source</i>	<i>DoF</i>	<i>Sum of Square</i>	<i>Mean of Square</i>	<i>F-VALUE</i>	<i>F-TABLE</i>
2-Way Interaction	1	16,000	16,000	0,17	5,59
Temperatur*Time	1	16,000	16,000	0,17	5,59
Error	7	658,614	94,088		
Lack-Of-Fit	3	33,814	11,271	0,07	4,35
Total	12	882,000			

- Hipotesis untuk pengaruh yang diberikan yaitu:  
 $H_0$ : Temperatur tidak berpengaruh terhadap perubahan nilai TDS.  
 $H_1$ : Temperatur berpengaruh terhadap perubahan nilai TDS.  
 $H_0$ : Waktu pemanasan tidak berpengaruh terhadap perubahan nilai TDS.  
 $H_1$ : Waktu pemanasan berpengaruh terhadap perubahan nilai TDS.
- Keputusan menolak hipotesis awal ( $H_0$ ) jika  $F_{value} > F_{table}$ .  
Keputusan gagal ditolak hipotesis awal ( $H_0$ ) jika  $F_{value} < F_{table}$ .
- Taraf signifikan ( $\alpha$ ) sebesar 5% atau 0,05.

Berdasarkan tabel 4.2 menunjukkan bahwa  $F_{value}$  temperatur  $< F_{table}$  dan  $F_{value}$  waktu  $< F_{table}$ . Untuk  $F_{value}$  temperatur nilainya 0,05 dan  $F_{value}$  waktu nilainya 0,05 dengan  $F_{table}$  nilainya 5,59 sehingga menunjukkan bahwa keputusannya gagal menolak  $H_0$ . Artinya temperatur dan waktu tidak memberikan pengaruh terhadap TDS.

$F_{value}$  kuadrat temperatur  $< F_{table}$  dan  $F_{value}$  kuadrat waktu  $< F_{table}$ . Dengan nilai  $F_{value}$  kuadrat temperatur nilainya 0,53 dan nilai  $F_{value}$  kuadrat waktu nilainya 0,01 dengan  $F_{table}$  nilainya 5,59 sehingga menunjukkan bahwa keputusannya gagal menolak  $H_0$ .

$F_{value}$  interaksi antara temperatur dan waktu  $< F_{table}$ . Dengan nilai  $F_{value}$  interaksi antara temperatur dan waktu sebesar 0,00 dengan nilai  $F_{table}$  nilainya 5,59 sehingga menunjukkan bahwa keputusannya gagal menolak  $H_0$ .

#### 4.3.4 Persamaan *Second Order*

Untuk menganalisis data yang valid pada persamaan *second order* dengan pendekatan regresi menggunakan perangkat lunak minitab versi 21.3 (*minitab license*). Persamaan (2.6) digunakan untuk mendapatkan nilai *second order* dengan pendekatan regresi. Dari persamaan (2.6), didapat perhitungan persamaan *second order* dalam bentuk *coded*.

**Matrik X**

1	-1	-1	1	1	1
1	1	-1	1	1	-1
1	-1	1	1	1	-1
1	1	1	1	1	1
1	-1,41	0	1,99	0	0
1	1,41	0	1,99	0	0
1	0	-1,41	0	1,99	0
1	0	1,41	0	1,99	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0

**Matrik Y (TDS)**

138
138
138
130
135
140
135
134
138
136
131
160
154

**Matrik  $X^T$**

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1,00 & 1,00 & 1,00 & 1,00 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & -1 & 1 & -1,41 & 1,41 & 0,00 & 0,00 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 1 & 1 & 0,00 & 0,00 & -1,41 & 1,41 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1,99 & 1,99 & 0,00 & 0,00 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0,00 & 0,00 & 1,99 & 1,99 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & -1 & -1 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

**Matrik  $(X^T X)$**

$$\begin{bmatrix} 13,00 & 0,00 & 0,00 & 7,98 & 7,98 & 0 \\ 0,00 & 7,97 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0 \\ 0,00 & 0,00 & 7,97 & 0,00 & 0,00 & 0 \\ 7,98 & 0,00 & 0,00 & 11,9 & 4,00 & 0 \\ 7,98 & 0,00 & 0,00 & 4,00 & 11,9 & 0 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 4 \end{bmatrix}$$

**Matrik  $(X^T X)^{-1}$**

$$\begin{bmatrix} 0,199 & 0,000 & 0,000 & -0,100 & -0,100 & 0,00 \\ 0,000 & 0,125 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,00 \\ 0,000 & 0,000 & 0,125 & 0,000 & 0,000 & 0,00 \\ -0,100 & 0,000 & 0,000 & 0,144 & 0,018 & 0,00 \\ -0,100 & 0,000 & 0,000 & 0,018 & 0,144 & 0,00 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,25 \end{bmatrix}$$

**Matrik  $X^T y$**

$$\begin{bmatrix} 1807,00 \\ -0,95 \\ -9,41 \\ 1091,25 \\ 1079,31 \\ -8,00 \end{bmatrix}$$

**Matrik  $(X^T X)^{-1} X^T y$**

$$\begin{bmatrix} 143,800 \\ -0,119 \\ -1,180 \\ -3,156 \\ -4,663 \\ -2,000 \end{bmatrix}$$

Dari hasil perhitungan menggunakan persamaan (2.6) didapatkan persamaan *second order* dalam bentuk *coded*.

$$Y = 143,800 - 0,119X_1 - 1,180X_2 - 3,156X_1^2 - 4,663X_2^2 - 2,000X_1X_2$$

Dengan:

Y = Prediksi Nilai TDS

X<sub>1</sub> = Nilai Temperatur

X<sub>2</sub> = Nilai Waktu

#### 4.3.5 Uji Ketidaksesuaian Persamaan Regresi (*Lack of Fit*)

Ketidaksesuaian persamaan regresi dapat diketahui menggunakan *lack of fit* dengan data yang ada.

- Hipotesis  
H<sub>0</sub>: Model cocok (tidak ada *lack of fit*)  
H<sub>1</sub>: Model tidak cocok (ada *lack of fit*)
- Keputusan menolak hipotesis awal (H<sub>0</sub>) jika  $F_{value} > F_{table}$ .  
Keputusan gagal ditolak hipotesis awal (H<sub>0</sub>) jika  $F_{value} < F_{table}$ .
- Taraf signifikan ( $\alpha$ ) sebesar 5% atau 0,05.

Berdasarkan tabel analisis varian menunjukkan bahwa  $F_{value}$  *lack of fit* <  $F_{table}$ .  $F_{value}$  *lack of fit* persamaan *second order* dalam *coded* adalah 0,07 dengan nilai  $F_{table}$  adalah 4,35 sehingga menunjukkan bahwa keputusannya gagal ditolak H<sub>0</sub>. Artinya model cocok (tidak ada *lack of fit*).

#### 4.3.6 Menentukan *Stationary Point* (X<sub>0</sub>)

Dari persamaan *second order* yang telah didapat, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan nilai *stationary point* (X<sub>0</sub>) dengan mencari nilai matrik  $\hat{\beta}$  dan matrik *b*. Dengan menggunakan persamaan (2.7) perhitungan X<sub>0</sub> dalam bentuk *coded*.

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

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \hat{\beta}_{11} & \frac{1}{2}(\hat{\beta}_{12}) \\ \frac{1}{2}(\hat{\beta}_{12}) & \hat{\beta}_{22} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} -3,156 & -1,000 \\ -1,000 & -4,663 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -0,119 \\ -1,180 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} -0,339957 & 0,072905 \\ 0,072905 & -0,230089 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -0,119 \\ -1,180 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} -0,045573 \\ 0,262829 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = \begin{bmatrix} 0,0227865 \\ -0,1314145 \end{bmatrix}$$

#### 4.3.7 Menentukan Nilai Optimum dari Faktor $X_1$ dan $X_2$

Sesudah *stationary point* didapatkan, untuk mencari nilai optimum dari setiap variabel menggunakan persamaan (2.8). Di bawah ini merupakan perhitungan nilai optimum faktor  $X_1$  dan  $X_2$  dalam bentuk *coded*.

$$X_0 = \begin{bmatrix} 0,0227865 \\ -0,1314145 \end{bmatrix}$$

- Mencari nilai optimum untuk temperatur ( $X_1$ )

$X_1$  (Temperatur)

$$x_1 = \frac{\text{Temperatur} - \text{Center point}}{\frac{1}{2}(\text{maksimum} - \text{minimum})}$$

$$x_1 = \frac{\text{Temperatur} - 450}{\frac{1}{2}(500 - 400)}$$

$$0,0227865 = \frac{\text{Temperatur} - 450}{\frac{1}{2}(100)}$$

$$0,0227865 = \frac{\text{Temperatur} - 450}{50}$$

$$\text{Temperatur} = -0,0227865(50) + 450$$

$$\text{Temperatur} = 448,860^\circ\text{C}$$

- Mencari nilai optimum untuk waktu ( $X_2$ )

$X_2$  (Waktu)

$$x_2 = \frac{\text{Waktu} - \text{Center point}}{\frac{1}{2}(\text{maksimum} - \text{minimum})}$$

$$x_2 = \frac{Waktu - 45}{\frac{1}{2}(60 - 30)}$$

$$-0,1314145 = \frac{Waktu - 45}{\frac{1}{2}(30)}$$

$$-0,1314145 = \frac{Waktu - 45}{15}$$

$$Waktu = 0,1314145(15) + 45$$

$$Waktu = 46,971 \text{ menit}$$

Jadi, nilai optimum dalam bentuk *coded* pada temperatur adalah 448,860°C atau dibulatkan menjadi 449°C dan nilai optimum pada waktu penahan adalah 46,971 menit atau dibulatkan menjadi 47 menit.

#### 4.3.8 Menentukan Prediksi Nilai TDS Pada *Stationary Point*

Prediksi nilai respon TDS pada *stationary point* dapat ditentukan dengan persamaan (2.9). Berikut ini merupakan cara menentukan nilainya.

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

$$\hat{y}_0 = 143,800 + \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0,0227865 \\ -0,1314145 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -0,119 \\ -1,180 \end{bmatrix}$$

$$\hat{y}_0 = 143,800 + \frac{1}{2} [0,0227865 \quad -0,1314145] \begin{bmatrix} -0,119 \\ -1,180 \end{bmatrix}$$

$$\hat{y}_0 = 143,800 + \frac{1}{2} [0,152358]$$

$$\hat{y}_0 = 143,800 + 0,076179$$

$$\hat{y}_0 = 143,876$$

Sehingga prediksi nilai TDS pada *stationary point* adalah 143,876.

#### 4.3.9 Analisis Kanonikal

Nilai analisis kanonikal didapatkan dari persamaan *second order*. Dengan menggunakan persamaan (2.10), didapatkan persamaannya sebagai berikut.

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

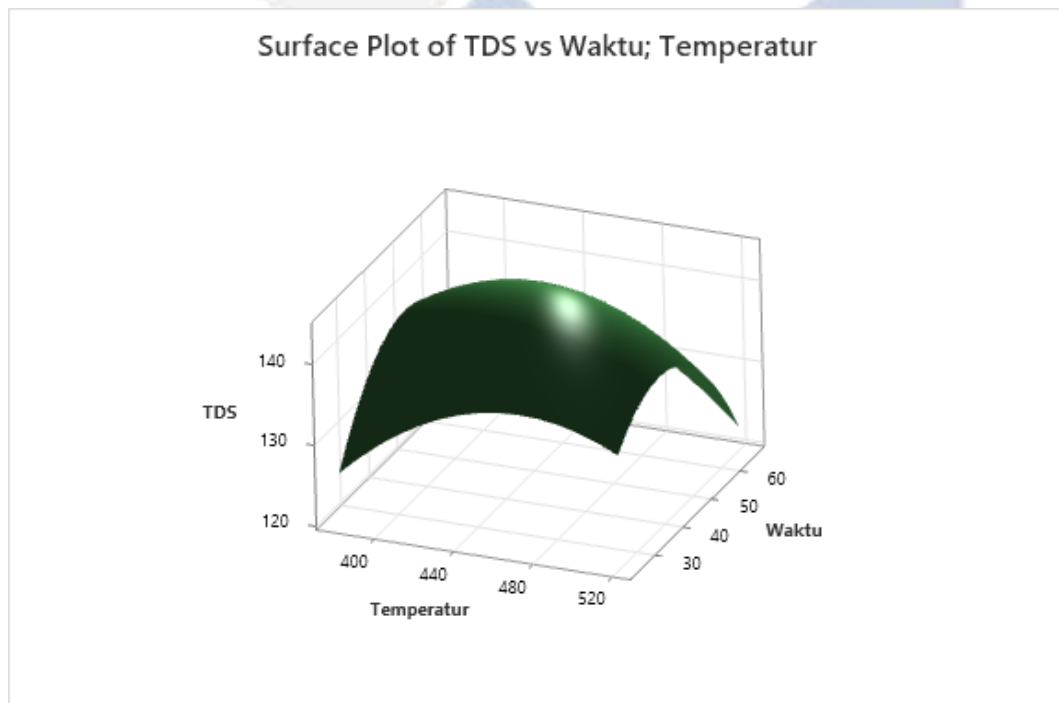
$$\hat{y} = \hat{y}_0 - 3,156\omega_1^2 - 4,663\omega_2^2$$

Berdasarkan analisis kanonikal didapatkan nilai konstanta dari  $\lambda_1$  dan  $\lambda_2$  pada persamaan diatas yaitu semua negatif sehingga model bentuk kanonikal adalah *stationary point* maksimum. Artinya pada *stationary point* bahwa nilai optimal terletak pada titik maksimum.

#### 4.3.10 Grafik Surface Plot

Dengan menggunakan titik-titik stasioner yang diperkirakan dapat memaksimalkan nilai respon TDS, grafik *surface plot* menggambarkan bentuk permukaan dari interaksi antara temperatur dan waktu penahan. Hubungan interaksi antara bentuk permukaan dan grafik pada gambar 4.8 menampilkan *surface plot* yang menunjukkan variabel-variabel independen. Grafik pada perangkat lunak minitab 21.3 (*minitab licence*) digunakan untuk memverifikasi grafik *surface plot*.

Interaksi *surface plot* TDS antara temperatur dan waktu penahan di tunjukkan pada gambar 4.8 berikut ini.



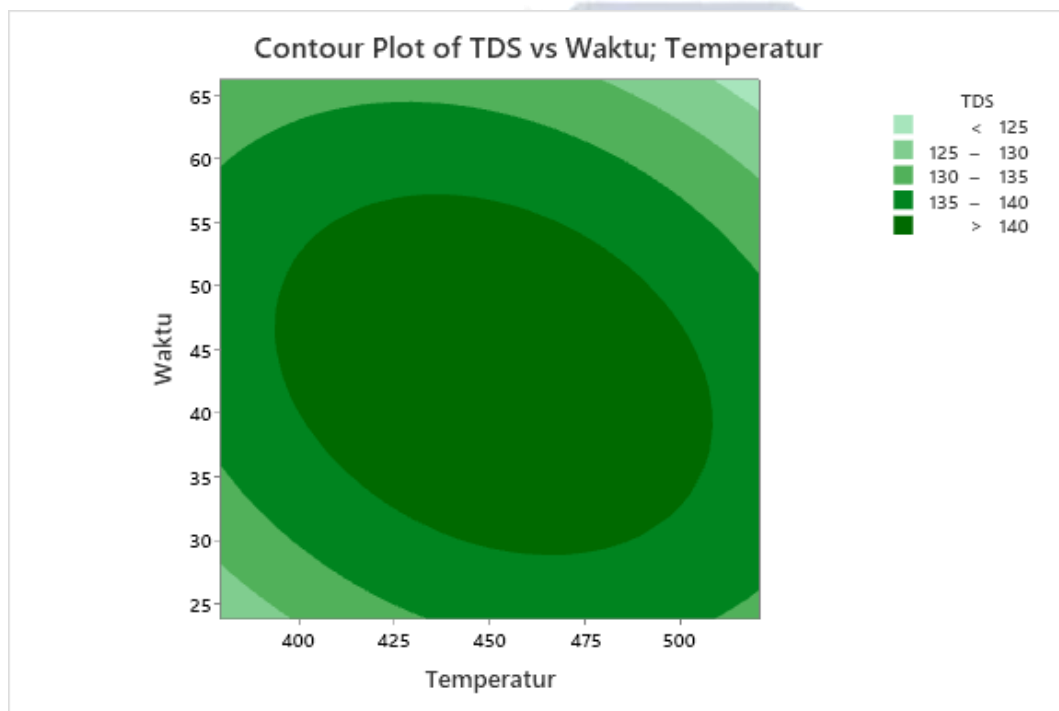
Gambar 4. 8 *Surface Plot* TDS antara Temperatur dan Waktu Penahan



Dari gambar 4.8 didapatkan kurva dengan bentuk cembung/*convex* sehingga nilai *stationary point*-nya menunjukkan titik minimum. Dengan titik optimal (*coded*) temperatur yaitu 448,860°C dan titik optimal (*coded*) waktu penahan yaitu 46,971 menit.

#### 4.3.11 Grafik *Contour Plot*

Grafik pada perangkat lunak minitab 21.3 (*minitab licence*) digunakan untuk memverifikasi grafik *counter plot*. Grafik tersebut ditunjukkan pada gambar 4.9 berikut.



Gambar 4. 9 *Contour Plot* TDS antara Temperatur dan Waktu Penahan

Dari grafik *contour plot* pada gambar 4.9 menjelaskan bahwa jika wilayah semakin cerah maka nilai TDS akan semakin baik. Dengan nilai TDS yaitu < 125 dengan temperatur 400°C dan waktu penahan 25 menit. Berdasarkan standar maksimum TDS yaitu 200 bahwa temperatur dan waktu masih masuk kedalam TDS yang diizinkan.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasar pada pembahasan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa.

1. Telah berhasil diolah limbah cangkang kacang Sacha Inchi menjadi serbuk karbon aktif melalui proses aktivasi fisika dengan menggunakan 2 faktor yaitu, temperatur ( $400^{\circ}\text{C}$  -  $500^{\circ}\text{C}$ ) dan waktu penahan (30 menit – 60 menit) terhadap *Potential Of Hydrogen* (pH) *Total Dissolve Solid* (TDS) dalam air.
2. Berdasarkan tabel analisis varian membuktikan bahwa  $F_{value}$  temperatur  $< F_{table}$  dan  $F_{value}$  waktu  $< F_{table}$ . Untuk  $F_{value}$  temperatur nilainya 0,05 dan  $F_{value}$  waktu nilainya 0,05 dengan  $F_{table}$  nilainya 5,59 membuktikan bahwa keputusannya gagal menolak  $H_0$ . Artinya temperatur dan waktu penahan tidak memberikan pengaruh terhadap *Potential Of Hydrogen* (pH) *Total Dissolve Solid* (TDS) pada air.

#### 5.2 Saran

Saran yang ingin disampaikan untuk penelitian selanjutnya yaitu melakukan eksperimen dengan menggunakan faktor-faktor lain yang tidak dapat dikendalikan yang dapat memberikan pengaruh terhadap pH dan TDS seperti berat serbuk karbon aktif yang dicampur dalam air, menambah variabel bebas sebagai faktor pada penelitian, menggunakan aktivasi kimia, media pendingin yang berbeda, takaran sumber air, jumlah serbuk karbon aktif dan lain sebagainya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Rifai, (2021), "Analisis Kualitas Total Dissolve Solid (Tds) Air Minum Isi Ulang Di Kecamatan Pamboang", *ENHANCEMENT: A Journal of Health Science*, vol. 2, no. 1, pp. 1–16.
- Amir, M. R., Fadhillah, N., Ma, M., Faizah, H., Chilmi, L., Indrawan, T., Istipsaroh, Laili, S., Zayadi, H., Maria, R., Mulyadi, D., Lestiana, H., Naranjo, J., Naryanto, H. S., Prihartanto, P., Ganesha, D., Ningrum, S. O., Fallis, A., Permana, A. P, (2019), "Penilaian kualitas air tanah pada akuifer tidak tertekan untuk keperluan air minum di wilayah utara Cekungan Air Tanah Jakarta", *Applied Microbiology and Biotechnology*, vol. 1, no. 1, pp. 2071–2079.
- Apriyanti, E, (2013), "Adsorpsi CO<sub>2</sub> Menggunakan Zeolit: Aplikasi Pada Pemurnian Biogas", *Dinamika Sains*.
- Asnawati, D., Handayani, S. S., Kamali, S. R., Hamdiani, S., Sumarlan, I., Darmayanti, M. G., & Aulia, L. G, (2020), "Adsorpsi Metanil Yellow Menggunakan Karbon Aktif Limbah Cangkang Buah Kawista (*Limonia Acidissima* L.)", *Jurnal Pijar Mipa*, vol.15, no. 3, pp. 247–251.
- Basuki, K. H, (2021), "Aplikasi Logaritma dalam Penentuan Derajat Keasaman (pH)", *Prosiding Diskusi Panel Nasional Pendidikan Matematika*, vol. 58, pp. 29–38.
- Chirinos, R., Zuloeta, G., Pedreschi, R., Mignolet, E., Larondelle, Y., & Campos, D, (2013), "Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*): A seed source of polyunsaturated fatty acids, tocopherols, phytosterols, phenolic compounds and antioxidant capacity", *Food Chemistry*, vol. 141, no. 3, pp. 1732–1739.
- Dewi, F. A., Akuntansi, P. S., & Perjuangan, U. B, (2023), "Pemberdayaan masyarakat dan petani untuk budidaya tanaman kacang sacha inchi dalam upaya peningkatan ekonomi masyarakat desa karanganyar", pp. 2532–2537.

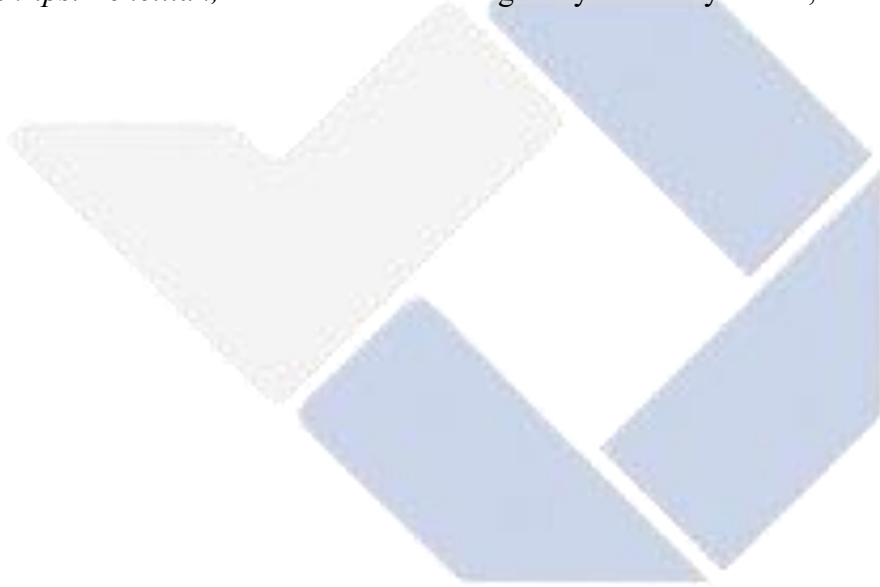
- Efiyanti, L., Wati, S. A., & Maslahat, M., (2020), "Pembuatan dan Analisis Karbon Aktif dari Cangkang Buah Karet dengan Proses Kimia dan Fisika:", *Jurnal Ilmu Kehutanan*, vol. 14, no. 1, pp. 94.
- Endang Zainal Hasan, A., Nashrianto, H., & Novia Juhaeni, R., (2012), "Optimasi Kondisi Untuk Rendemen Hasil Ekstraksi Kulit Manggis (*Garcinia Mangostana L.*) Optimization Of Conditions For Yield Extraction Of Mangosteen Pericarp (*Garcinia Mangostana L.*)", *FITOFARMAKA: Jurnal Ilmiah Farmasi*, vol. 2, no. 2, pp. 153–159.
- Endya, M. F., & Wahyudie, I. A., (2023), "Pengaruh Filler Plastik dan Optimasi Faktor Proses Produksi Cellular Lightweight Concrete", *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*, vol. 1, no. 1. pp. 1-7.
- Ginting, M. C., & Silitonga, I. M., (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*, vol. 5, no. 2, pp. 195–204.
- Hasanah, M., Asahan, U., Suherman, S., Muhammadiyah, U., & Utara, S., (2021), "Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Karakteristik Dan Mikrostruktur Karbon Aktif Pelepah Kelapa Sawit ( *Elaeis Guinensis* ) The Effect Of Activation Temperature On The Characteristics And Microstructure Of Active Carbon From Palm Oil Fronds (*Elaeis Guinensis*)", *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, vol. 16, no. 1, pp. 1-9.
- I Nyoman Candra, Sugiono, & Amir, H., (2022), "Pembuatan Membran Dari Ampas Tebu dan Aplikasinya Untuk Menyaring Air Tanah dan Air Gambut", *Alotrop*, vol. 6, no. 2, pp. 118–122.
- Marsh, H., Rodriguez-Reinoso, F., (2006), *Activated Carbon*, Netherlands
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, (2017), *Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian*

- Umum*, Paten di Kementerian Kesehatan Indonesia 32 Tahun 2017.
- Montgomery, D. C, (2020), *Design and Analysis of Experiments 10th edition*, John Wiley and Sons
- Ningrum, S. O, (2018), "Analisis Kualitas Badan Air Dan Kualitas Air Sumur Di Sekitar Pabrik Gula Rejo Agung Baru Kota Madiun", *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, vol. 10, no. 1, pp. 1–12.
- Nuryadi, Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara, M, (2017), *Buku Ajar Dasar-dasar Statistik Penelitian*. Sibuku Media.
- Permenkes RI, (2010), *Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*, Paten di Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia 492/Menkes/Per/IV/2010.
- Rinawati, Hidayat, D., Suprianto, R., & Dewi, P. S, (2016), "Penentuan Kandungan Zat Padat (Total Dissolve Solid Dan Total Suspended Solid) Di Perairan Teluk Lampung | Wati | Analit: Analytical And Environmental Chemistry", *Analytical And Environmental Chemistry*, vol. 1, no. 1, pp. 36–46.
- Rios, J. V, Bess-Oberto, L., Tiemann, K. J., & Gardea-Torresdey, J. L, (1999), "Investigation of metal ion binding by agricultural by-products", *Proceedings of the 1999 Conference on Hazardous Waste Research*, no. 915, pp. 121–130.
- Riswanto, F. D. O., Rohman, A., Pramono, S., & Martono, S, (2019), "Application of response surface methodology as mathematical and statistical tools in natural product research", *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, vol. 9, no. 10, pp. 125–133.
- Sharifirad, M., Koohyar, F., Rahmanpour, S., & Vahidifar, M, (2012), "Preparation of Activated Carbon from Phragmites Australis: Equilibrium Behaviour Study", *Research Journal of Recent Sciences*, vol. 1, no. 8, pp. 10–16.
- Sung H. Park, (1996), *Robust Design and Analysis for Quality Engineering*, Chapman & Hall London
- Suryawan, I. W. K., Afifah, A. S., & Prajati, G, (2018), "Adsorpsi Warna Metylen

Blue Menggunakan Powder dan Granular Activated Carbon Biji Binjai (Mangifera Caesia", *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, vol. 3, no. 2, pp. 211.

Syauqiah, I., Amalia, M., & Kartini, H. A, (2011), "Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengadukan Pada Proses Adsorpsi", *Info Teknik*, vol. 12, no. 1, pp. 11–20.

Widya utami syafaat, (2016), "Optimasi Produksi Roti Menggunakan Metode Rancangan Percobaan Response Surface Pada Industri Rumahan Tahun 2015, *Skripsi Penelitian*, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.



## Lampiran 1

### Daftar Riwayat Hidup



#### 1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Abde Fattahwa  
Tempat & Tanggal Lahir : Sungailiat, 23 Juni 2001  
Alamat Rumah : Jl. Nias No. 39 Desa Air Ruai Pemali  
HP : 0895338386020  
E-mail : [abdefattahwa13@gmail.com](mailto:abdefattahwa13@gmail.com)  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam

#### 2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 9 Pemali	Tahun 2006-2012
SMP Muhammadiyah Sungailiat	Tahun 2012-2015
SMA Negeri 1 Sungailiat	Tahun 2015-2018

Sungailiat, 9 Desember 2023

Abde Fattahwa

## Lampiran 2

### Proses Pembuatan Sampel



Memasukkan kacang kacang sacha inchi ke dalam cawan



Memasukkan Cawan Sampel ke dalam mesin Furnace 02



Mengatur Open Furnace 02



Mengambil Cawan Sampel setelah di aktivasi



Menghaluskan sampel yang sudah di aktivasi



Mengayak sampel dengan mesh 200



Menimbang sampel dengan berat 0,3 gram



### Lampiran 3

#### Proses Pengambilan Data



Memasukkan sampel ke dalam air



Pengadukan sampel



Pengujian sampel menggunakan pH meter



Pengujian sampel menggunakan TDS meter

## Lampiran 4

### Perhitungan Level Eksperimen

Faktor	Level	
	Rendah	Tinggi
Temperatur	400°C	500°C
Waktu Penahan	30 menit	60 menit

#### a) Temperatur

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{maksimum} - \text{minimum}}{2} \\ &= \frac{500 - 400}{2} \\ &= 50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi, center point} &= \text{minimum} + 50 \\ &= 400 + 50 \\ &= 450 \end{aligned}$$

#### b) Waktu Penahan

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{maksimum} - \text{minimum}}{2} \\ &= \frac{60 - 30}{2} \\ &= 15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi, center point} &= \text{minimum} + 15 \\ &= 30 + 15 \\ &= 45 \end{aligned}$$

## Lampiran 5

### Perhitungan Nilai Variabel Bebas

Untuk menghitung nilai rotabilitas ( $\alpha$ ) menggunakan persamaan (2.4).

$$\alpha = 2^{k/4}$$

$$\alpha = 2^{2/4}$$

$$\alpha = 1,414$$

Untuk mencari nilai aktual ( $\alpha$ ) dan ( $-\alpha$ ) pada variabel bebas dengan menggunakan persamaan (2.5)

#### a) $X_1$ (Temperatur)

- Mencari nilai  $\alpha$  pada  $X_1$

$$\alpha = \frac{X_1 - \text{Center Point}}{\frac{1}{2}(\text{Maksimum} - \text{Minimum})}$$

$$\alpha = \frac{X_1 - 450}{\frac{1}{2}(500 - 400)}$$

$$\alpha = \frac{X_1 - 450}{\frac{1}{2}(100)}$$

$$1,414 = \frac{X_1 - 450}{50}$$

$$70,7 = X_1 - 450$$

$$X_1 = 450 + 70,7$$

$$X_1 = 520,7$$

- Mencari nilai  $-\alpha$  pada  $X_1$

$$-\alpha = \frac{X_1 - \text{Center Point}}{\frac{1}{2}(\text{Maksimum} - \text{Minimum})}$$

$$-\alpha = \frac{X_1 - 450}{\frac{1}{2}(500 - 400)}$$

$$-\alpha = \frac{X_1 - 450}{\frac{1}{2}(100)}$$

$$-1,414 = \frac{X_1 - 450}{50}$$

$$-70,7 = X_1 - 450$$

$$X_1 = 450 - 70,7$$

$$X_1 = 379,3$$

**b)  $X_2$  (Waktu Penahan)**

- Mencari nilai  $\alpha$  pada  $X_2$

$$\alpha = \frac{X_2 - \text{Center Point}}{\frac{1}{2}(\text{Maksimum} - \text{Minimum})}$$

$$\alpha = \frac{X_2 - 45}{\frac{1}{2}(60 - 30)}$$

$$\alpha = \frac{X_2 - 45}{\frac{1}{2}(30)}$$

$$1,414 = \frac{X_2 - 45}{15}$$

$$21,21 = X_2 - 45$$

$$X_2 = 45 + 21,21$$

$$X_2 = 66,21$$

- Mencari nilai  $-\alpha$  pada  $X_2$

$$-\alpha = \frac{X_2 - \text{Center Point}}{\frac{1}{2}(\text{Maksimum} - \text{Minimum})}$$

$$-\alpha = \frac{X_2 - 45}{\frac{1}{2}(60 - 30)}$$

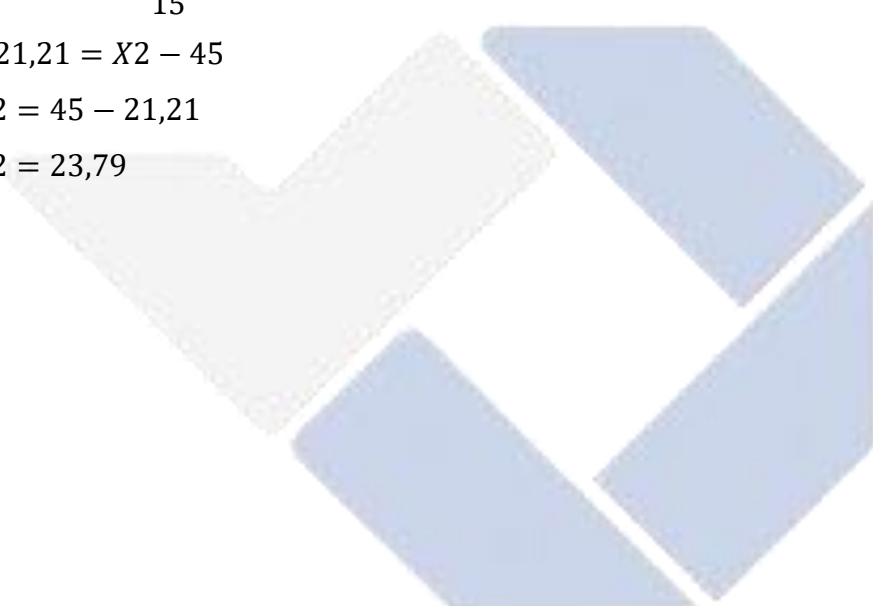
$$-\alpha = \frac{X_2 - 45}{\frac{1}{2}(30)}$$

$$-1,414 = \frac{X_2 - 45}{15}$$

$$-21,21 = X_2 - 45$$

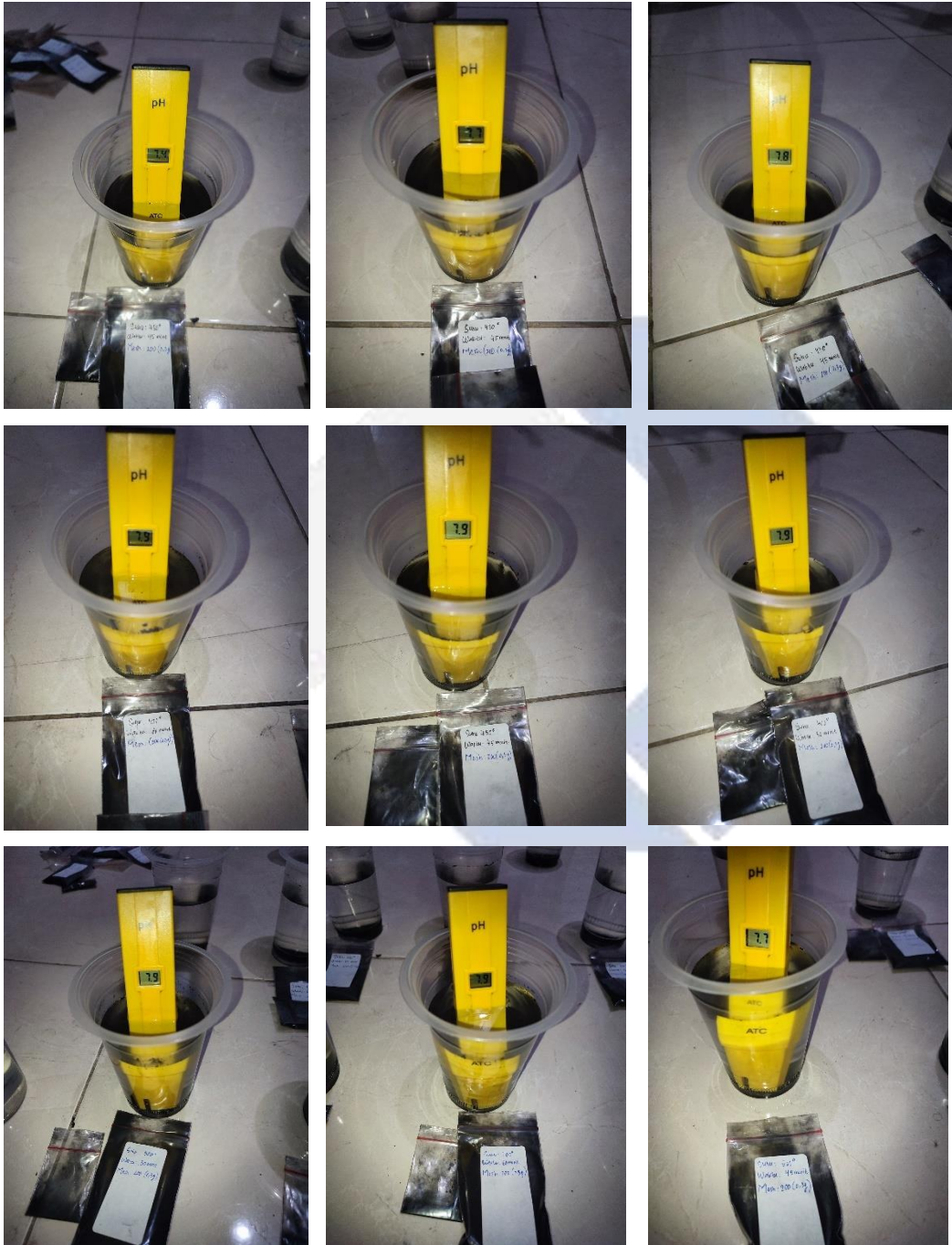
$$X_2 = 45 - 21,21$$

$$X_2 = 23,79$$



## Lampiran 6

### Sampel Uji pH





## Lampiran 7

### Perhitungan Persamaan *Second Order* pH di Perangkat Lunak Minitab

#### Matrix M1

1	-1,00	-1,00	1,00	1,00	1
1	1,00	-1,00	1,00	1,00	-1
1	-1,00	1,00	1,00	1,00	-1
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1
1	-1,41	0,00	1,99	0,00	0
1	1,41	0,00	1,99	0,00	0
1	0,00	-1,41	0,00	1,99	0
1	0,00	1,41	0,00	1,99	0
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0

#### Matrix M2

7,9  
7,9  
7,9  
7,9  
7,6  
7,7  
7,5  
7,6  
7,9  
7,8  
7,7  
7,6  
7,4



### Matrix M3

1	1	1	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1	1	1	1	1	1
-1	1	-1	1	-1,41	1,41	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0
-1	-1	1	1	0,00	0,00	-1,41	1,41	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1,99	1,99	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0,00	0,00	1,99	1,99	0	0	0	0	0	0
1	-1	-1	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0

### Matrix M4

13,00	0,0000	0,0000	7,9800	7,9800	0
0,00	7,9762	0,0000	0,0000	0,0000	0
0,00	0,0000	7,9762	0,0000	0,0000	0
7,98	0,0000	0,0000	11,9202	4,0000	0
7,98	0,0000	0,0000	4,0000	11,9202	0
0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	4

### Matrix M5

0,199998	0,000000	0,000000	-0,100249	-0,100249	0,00
0,000000	0,125373	0,000000	0,000000	0,000000	0,00
0,000000	0,000000	0,125373	0,000000	0,000000	0,00
-0,100249	0,000000	0,000000	0,144786	0,018527	0,00
-0,100249	0,000000	0,000000	0,018527	0,144786	0,00
0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,25

### Matrix M6

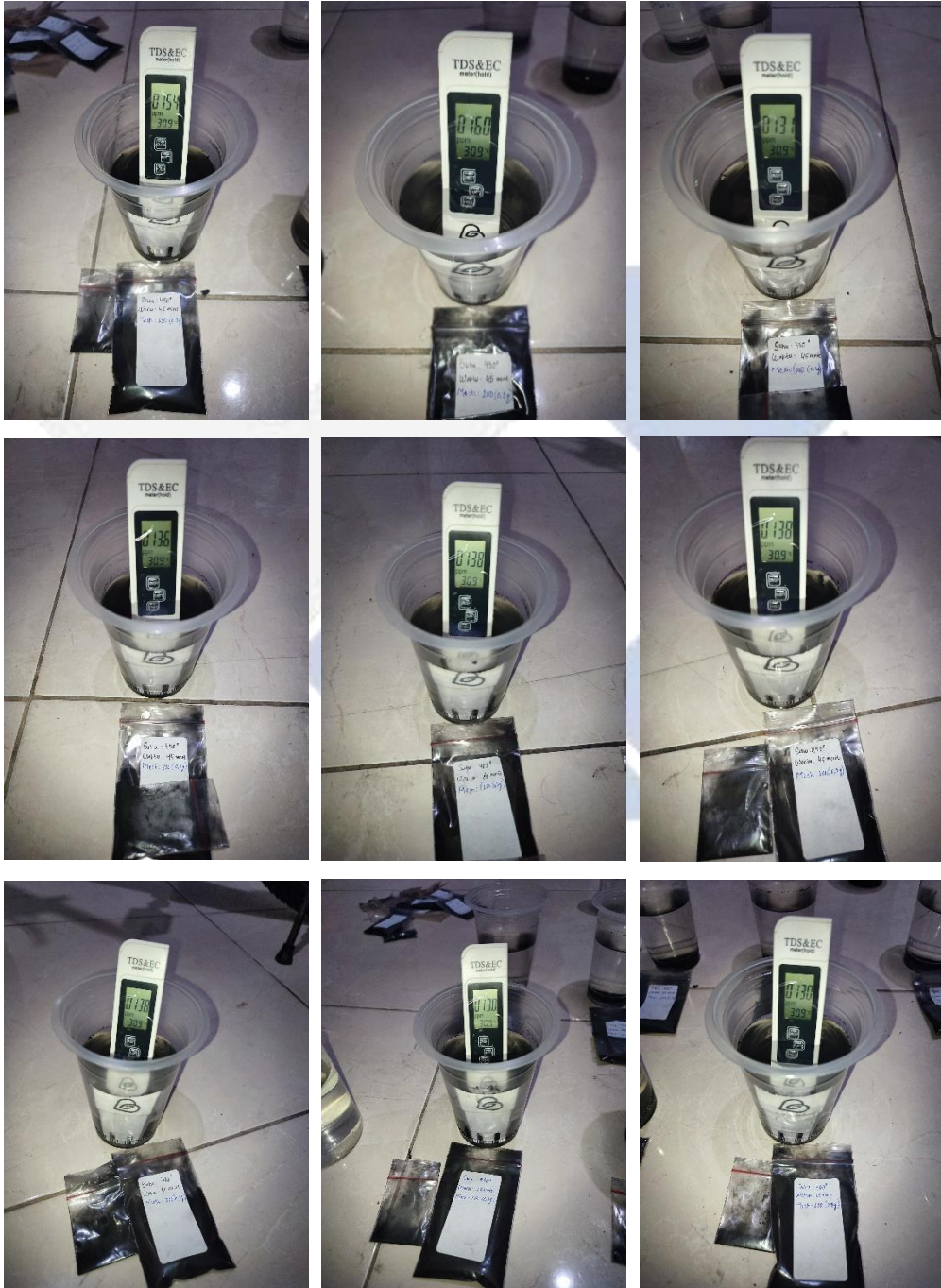
100,400
0,141
0,141
62,047
61,649
0,000

### Matrix M7

7,67940
0,01768
0,01768
0,06070
0,01045
0,00000

## Lampiran 8

### Sampel Uji TDS





## Lampiran 9

### Perhitungan Persamaan *Second Order* TDS di *Software* Minitab

#### Matrix M1

1	-1,00	-1,00	1,00	1,00	1
1	1,00	-1,00	1,00	1,00	-1
1	-1,00	1,00	1,00	1,00	-1
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1
1	-1,41	0,00	1,99	0,00	0
1	1,41	0,00	1,99	0,00	0
1	0,00	-1,41	0,00	1,99	0
1	0,00	1,41	0,00	1,99	0
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0

#### Matrix M2

138  
138  
138  
130  
135  
140  
135  
134  
138  
136  
131  
160  
154

### Matrix M3

```
1 1 1 1 1,00 1,00 1,00 1,00 1 1 1 1 1
-1 1 -1 1 -1,41 1,41 0,00 0,00 0 0 0 0 0
-1 -1 1 1 0,00 0,00 -1,41 1,41 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1,99 1,99 0,00 0,00 0 0 0 0 0
1 1 1 1 0,00 0,00 1,99 1,99 0 0 0 0 0
1 -1 -1 1 0,00 0,00 0,00 0,00 0 0 0 0 0
```

### Matrix M4

```
13,00 0,0000 0,0000 7,9800 7,9800 0
0,00 7,9762 0,0000 0,0000 0,0000 0
0,00 0,0000 7,9762 0,0000 0,0000 0
7,98 0,0000 0,0000 11,9202 4,0000 0
7,98 0,0000 0,0000 4,0000 11,9202 0
0,00 0,0000 0,0000 0,0000 0,0000 4
```

### Matrix M5

```
0,199998 0,000000 0,000000 -0,100249 -0,100249 0,00
0,000000 0,125373 0,000000 0,000000 0,000000 0,00
0,000000 0,000000 0,125373 0,000000 0,000000 0,00
-0,100249 0,000000 0,000000 0,144786 0,018527 0,00
-0,100249 0,000000 0,000000 0,018527 0,144786 0,00
0,000000 0,000000 0,000000 0,000000 0,000000 0,25
```

### Matrix M6

```
1807,00
-0,95
-9,41
1091,25
1079,31
-8,00
```

### Matrix M7

```
143,800
-0,119
-1,180
-3,156
-4,663
-2,000
```

## Lampiran 10

### Daftar 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

## Lampiran 11

### Spesifikasi pH meter

**SPECIFICATIONS**

**Range**  
0.0 to 14.0 pH

**Resolution**  
0.1 pH

**Accuracy**  
±0.1 pH

**Calibration**  
manual, 1 point

**Temperature Compensation**  
**Automatic**, 0 to 50°C (32 to 122°F)

**Environment**  
0 to 50°C (32 to 122°F); RH 95% max

**Batteries Type**  
4 x 1.5V alkaline

**Batteries Life**  
approx. 150 hours of use

**Dimensions**  
152x30x21 mm (5.9x1.2x0.8")

**Weight**  
50 g

**WARRANTY**

These instruments are warranted from all defects in material and manufacturing for a period of one year from the date of purchase. If during this period, the repair or the replacement of parts is required where the damage is not due to negligence or erroneous operation by user, please return the parts to either dealer or our offices, and the repair will be effected free of charge.

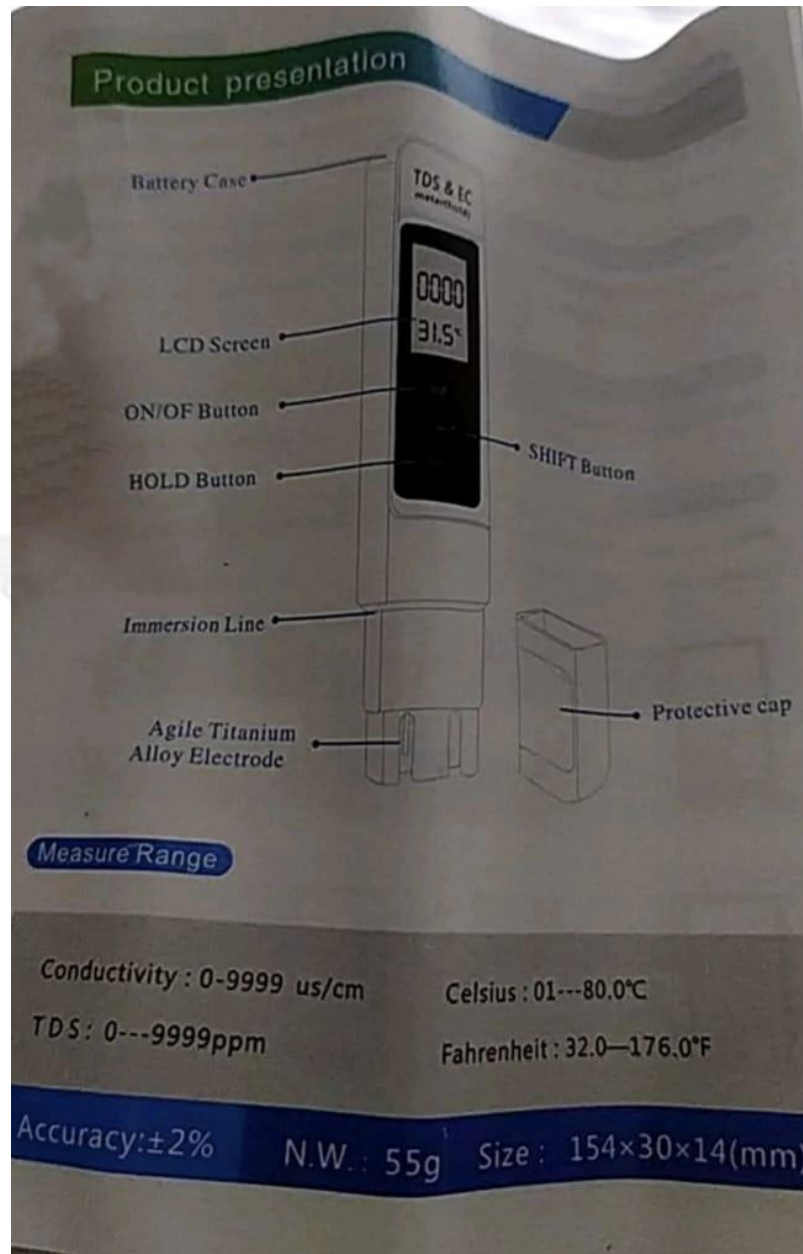
**PH-108**  
Pocket-sized  
pH Meter  
with ATC



RoHS  
CE

## Lampiran 12

### Spesifikasi TDS meter





## SURAT PERNYATAAN

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

### **STUDI PENGGUNAAN KARBON AKTIF DARI LIMBAH CANGKANG KACANG SACHA INCHI YANG DIPROSES MELALUI AKTIVASI FISIKA**

Oleh :

Abde Fattahwa / NPM 1042001

Dengan ini menyatakan bahwa isi laporan akhir proyek akhir sama dengan *hardcopy*.

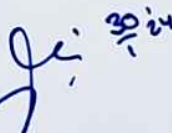
Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

Sungailiat, 23 Januari 2024



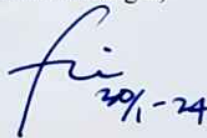
Abde Fattahwa

Pembimbing 1,



Dr. Ilham Ary Wahyudie, M.T.

Pembimbing 2,



Yang Fitri Arriyani, S.S.T., M.T.



## Prediksi Kadar pH Air Dengan Response Surface Methodologi (RSM) Menggunakan Cangkang Kacang Sacha Inchi Sebagai Aktivasi

Abde Fattahwa, Ilham Ary Wahyudie, Yang Fitri Ariyani

### Sari

Tanaman Sacha Inchi memiliki manfaat yang banyak antara lain bijinya dapat diolah menjadi cemilan dengan digoreng atau sangrai, produk kesehatan, kecantikan, dan suplemen. Daunnya dijadikan minuman seduh seperti teh dan cangkangnya dapat dijadikan pakan ternak. Pemanfaatan limbah cangkang kacang Sacha Inchi menjadi penting sebagai salah satu upaya untuk mengurangi dampak lingkungan dan memanfaatkan sumber daya yang ada. Limbah cangkang kacang Sacha Inchi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam produksi bahan kimia, pupuk atau biogas. Selain itu, limbah cangkang kacang Sacha Inchi juga dapat diolah menjadi arang aktif yang dapat digunakan dalam aplikasi industri, seperti pengolahan air dan gas. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Response Surface Methodology (RSM). Pengambilan data dilakukan dengan pH meter pada sumber air di kampus Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dengan jumlah 13 sampel yang memiliki variasi suhu 400° - 500° dan waktu 30 - 60 menit menggunakan mesh 200. Bahan aktivasi yang digunakan adalah cangkang kacang Sacha Inchi. Berdasar pada pembahasan yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa temperatur dan waktu tidak memberikan pengaruh terhadap derajat keasaman (pH). Untuk persamaan regresi prediksi nilai pH didapatkan dengan hasil  $Y = 7,68 + 0,02X_1 + 0,02X_2 + 0,06X_1^2 + 0,01X_2^2$ . Nilai optimum untuk proses aktivasi cangkang kacang berada pada temperatur 443°C selama 32 menit. Prediksi nilai pH pada stationary point adalah 7,67. Berdasarkan bentuk kanonikal response surface berbentuk cekung dan stationary point terletak pada titik minimum.

### Kata Kunci

Limbah cangkang kacang Sacha Inchi; arang aktif; pH air; temperatur; waktu.

### Teks Lengkap:

[PDF](#)

### Referensi

- I Nyoman Candra, Sugiono, and H. Amir, "Pembuatan Membran Dari Ampas Tebu dan Aplikasinya Untuk Menyaring Air Tanah dan Air Gambut," *Alotrop*, vol. 6, no. 2, pp. 118–122, 2022, doi: 10.33369/aic.v6i2.24324.
- M. R. Amir et al., "Penilaian kualitas air tanah pada akuifer tidak tertekan untuk keperluan air minum di wilayah utara Cekungan Air Tanah Jakarta," *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, vol. 1, no. 1, pp. 2071–2079, 2019, [Online].
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum," *Peratur. Menteri Kesehat. Republik Indones.*, pp. 1–20, 2017.
- Permenkes RI, "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum," *Peraturan Mentri Kesehatan Republik Indonesia*, p. MENKES, 2010.
- V. Viena, B. Bahagia, and Z. Afrizal, "Produksi Karbon Aktif dari Cangkang Sawit dan Aplikasinya Pada Penyerapan Zat Besi, Mangan Dan pH Air Sumur," *J. Serambi Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 875–882, 2019, doi: 10.32672/jse.v5i1.1660.
- R. Chirinos, G. Zulceta, R. Pedraschi, E. Mignolet, Y. Larondelle, and D. Campos, "Sacha Inchi (*Flukenetia volubilis*): A seed source of polyunsaturated fatty acids, tocopherols, phyosterols, phenolic compounds and antioxidant capacity," *Food Chem.*, vol. 141, no. 3, pp. 1732–1739, 2013, doi: 10.1016/j.foodchem.2013.04.078.
- D. Asnawati et al., "Adsorpsi Metanil Yellow Menggunakan Karbon Aktif Limbah Cangkang Buah Kawista (Limonia Acidissima L.)," *J. Pjar Mipa*, vol. 15, no. 3, pp. 247–251, 2020, doi: 10.29803/jpm.v15i3.1724.
- M. F. Endya and I. A. Wahyudie, "Pengaruh Filler Plastik dan Optimasi Faktor Proses Produksi Selular Lightweight Concrete," *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*, vol. 01, no. 1, 2023.
- Z. Kurniawan, M. Subhan, and I. A. Wahyudie, "Aplikasi Response Surface Method Dalam Optimasi Proses Thermal Treatment Pasir Zirkon," *J. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 1–5, 2018.

DOI: <https://doi.org/10.33387/dinamik.v8i2.6906>

### Refbacks

- Saat ini tidak ada refbacks.

Jurnal  
**DINAMIKA**

**A comprehensive resource for the latest advancements in Mechanical Engineering**

Submit Now

#### Journal Policies

- [Process Review](#)
- [Ruang Lingkup](#)
- [Indeksasi](#)
- [Etika Publikasi](#)
- [Kebijakan Plagiasi](#)

#### Submissions

- [Registrasi Online](#)
- [Pernyataan Akses Terbuka](#)
- [Panduan Penulis](#)
- [Hak Cipta dan Lisensi](#)

#### People

- [Editorial Team](#)
- [Reviewer](#)

#### Information

- [Kontak](#)
- [Sponsor Jurnal](#)
- [Peta Situs](#)
- [Tentang Sistem Peninjauan](#)

#### Editorial Office :

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Khairun | Jl. Jusuf Abdulrahman Kotak Pos 53 Gambesi, Å Kota Ternate, Indonesia

#### OPEN JOURNAL SYSTEMS

#### Menu Utama

[Editorial Team](#)  
[Reviewer](#)  
[Process Review](#)  
[Ruang Lingkup](#)  
[Indeksasi](#)  
[Etika Publikasi](#)  
[Registrasi Online](#)  
[Pernyataan Akses Terbuka](#)  
[Kebijakan Plagiasi](#)  
[Panduan Penulis](#)  
[Hak Cipta dan Lisensi](#)

#### Menu Login

#### PENGGUNA

Nama   
Pengguna   
Kata Sandi   
 Ingat Saya

#### Template Manuskrip



#### Jurnal Tools



#### Indexing



#### ISSN Number



9 772720 952006

#### Visitors

#### Pengunjung

ID 2,470	IN 20
CN 635	IE 14
US 537	FI 7
SG 284	CZ 4
CA 48	KR 3

Pageviews: 15,413



# Studi Penggunaan Karbon Aktif Dari Limbah Cangkang Sacha Inchi Yang Diproses Melalui Aktivasi Fisika

## ORIGINALITY REPORT



## PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://repository.polman-babel.ac.id">repository.polman-babel.ac.id</a> Internet Source	12%
2	<a href="http://repository.ub.ac.id">repository.ub.ac.id</a> Internet Source	1%
3	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Internet Source	1%
4	<a href="http://docplayer.info">docplayer.info</a> Internet Source	<1%
5	<a href="http://text-id.123dok.com">text-id.123dok.com</a> Internet Source	<1%
6	<a href="http://repository.uin-suska.ac.id">repository.uin-suska.ac.id</a> Internet Source	<1%
7	<a href="http://digilib.uinsby.ac.id">digilib.uinsby.ac.id</a> Internet Source	<1%
8	Submitted to Universitas Palangka Raya Student Paper	<1%
9	Submitted to Trisakti University Student Paper	<1%

- |    |   |      |
|----|---|------|
| 10 | 123dok.com<br>Internet Source   | <1 % |
| 11 | Reza Diharja, Bobby Setiawan, Wike Handini.<br>"Rancang Bangun Sistem dan Kontrol<br>Penggunaan Air PDAM Secara Realtime<br>Berbasis Wemos dan IoT", Jurnal Teknik<br>Komputer, 2021<br>Publication   | <1 % |
| 12 | Budi Rachmat Hidayat, Dikpride Despa,<br>Mardiana Mardiana. "STUDI KELAYAKAN<br>DITINJAU DARI ASPEK TEKNIS TEKNOLOGIS<br>PEMBANGUNAN SISTEM PENYEDIAAN AIR<br>MINUM (SPAM) KALI SALAK (STUDI KASUS<br>PADA KOTA TANGERANG SELATAN)", Seminar<br>Nasional Insinyur Profesional (SNIP), 2023<br>Publication | <1 % |
| 13 | pt.scribd.com<br>Internet Source  | <1 % |
| 14 | es.scribd.com<br>Internet Source  | <1 % |
| 15 | Submitted to Universitas Pelita Harapan<br>Student Paper  | <1 % |
| 16 | repository.usd.ac.id<br>Internet Source   | <1 % |
| 17 | Qing-Song Xu, D.L. Massart, Yi-Zeng Liang,<br>Kai-Tai Fang. "Two-step multivariate adaptive   | <1 % |

regression splines for modeling a quantitative relationship between gas chromatography retention indices and molecular descriptors",  
Journal of Chromatography A, 2003

Publication

---

18	<a href="http://digilib.itb.ac.id">digilib.itb.ac.id</a> Internet Source	<1 %
19	<a href="http://journal.ubpkarawang.ac.id">journal.ubpkarawang.ac.id</a> Internet Source	<1 %
20	<a href="http://www.ngetren.co.id">www.ngetren.co.id</a> Internet Source	<1 %
21	Submitted to Universitas Pendidikan Indonesia Student Paper	<1 %
22	<a href="http://journal.ipb.ac.id">journal.ipb.ac.id</a> Internet Source	<1 %
23	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Internet Source	<1 %
24	<a href="http://doku.pub">doku.pub</a> Internet Source	<1 %
25	<a href="http://repository.its.ac.id">repository.its.ac.id</a> Internet Source	<1 %
26	Submitted to UPN Veteran Yogyakarta Student Paper	<1 %
27	<a href="http://bahan-ajar.esaunggul.ac.id">bahan-ajar.esaunggul.ac.id</a> Internet Source	

<1 %

28

[digilib.uns.ac.id](http://digilib.uns.ac.id)

Internet Source

<1 %

29

[docobook.com](http://docobook.com)

Internet Source

<1 %

30

[id.123dok.com](http://id.123dok.com)

Internet Source

<1 %

31

[repositori.usu.ac.id](http://repositori.usu.ac.id)

Internet Source

<1 %

32

[repository.unhas.ac.id](http://repository.unhas.ac.id)

Internet Source

<1 %

33

[semirata2017.mipa.unja.ac.id](http://semirata2017.mipa.unja.ac.id)

Internet Source

<1 %

34

[repository.radenintan.ac.id](http://repository.radenintan.ac.id)

Internet Source

<1 %

35

Beatrice Kezuya Simaremare, Paulina V. Y. Yamlean, Jainer P. Siampa. "Formulasi Pasta Gigi Herbal Ekstrak Etanol Kulit Buah Lemon Suanggi (Citrus limon (L.) Burm. f.) Sebagai Agen Antibakteri Streptococcus mutans", CHEMISTRY PROGRESS, 2023

Publication

<1 %

36

Rahmatullah Jati Pradopo, Sulaiman Hamzani, Syarifudin A.. "Saringan Cangkang Telur

<1 %

Bebek Efektif Memperbaiki Kualitas pH Dan  
Kadar Besi Air Sumur Bor", JURNAL  
KESEHATAN LINGKUNGAN: Jurnal dan Aplikasi  
Teknik Kesehatan Lingkungan, 2021

Publication


---

Exclude quotes  Off

Exclude matches  Off

Exclude bibliography  Off

FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir


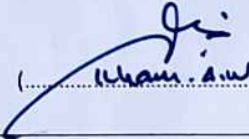
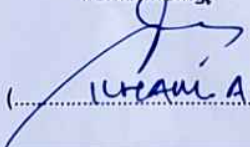

		FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022/2023	
JUDUL	Pemanfaatan Limbah Cangkang Sacha Inchi Sebagai Material Membran Pada Mesin Pengolahan Air Minum		
Nama Mahasiswa	Abde Fattanwa ..... NIRM: 1842001		
Nama Pembimbing	1. <u>Dr. Ilham Ary Wahyudic, M.T.</u> 2. <u>Yang Fitri Arriyani, S.G.T., M.T.</u> 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	15/05 2023	• Mempelajari Metode RSM - Menentukan Temperatur & Waktu	f
2	25/05 2023	- Rancangan percobaan membran. -	f
3	20/6-23	* Penulisan Bab 1 - Rumusan tujuan + artikel penelitian - Jadwal (target) penelitian	fi
4	7/07 2023	- Laporan Bab 1, 2 dan 3	fi
5	18/07 2023	- Revisi Tujuan Penelitian - Penentuan sampel	gs
6	07/09 23	- Siap of pembuatan sampel.	gi
7	11/10 23	- Proses pengambilan data.	gi
8	4/12-23	- Penulisan <del>keputusan</del> 4 monitoring 3	fi
9	31/10 23	- Proses Analisis Data Bab 4	gi
10	19/12 23	- Revisi Abstrak, dan Kesimpulan	gi

Catatan:


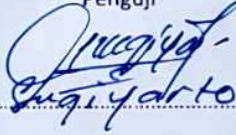
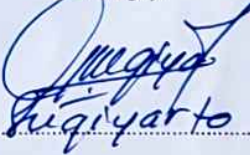
- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir






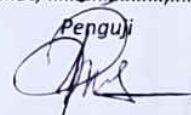
FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

	<p>FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK <u>2023 / 2024</u></p>
<p>JUDUL :</p>	<p><u>Studi Penggunaan karbon Aktif dari Limbah Cangkang Sacha Inchi yang Diproses melalui Aktivasi Fisika</u></p>
<p>Nama Mahasiswa :</p>	<p>1. <u>Abde Fattahwa</u> NIM: <u>1042001</u>                  2. _____ NIM: _____                  3. _____ NIM: _____                  4. _____ NIM: _____                  5. _____ NIM: _____</p>
<p>Bagian yang direvisi</p>	<p>Halaman</p>
<p><u>- Lihat kembali teknik sitasi dlm panduan (style yg digunakan).</u></p>	
	<p>Sunggailiat, <u>46.1.2024</u>                  Penguji                    (.....<u>Uham. A.W.</u>.....)</p>
<p>Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa</p>	
<p>Mengetahui, Pembimbing,                   (.....<u>Uham A.W.</u>.....)</p>	<p>Sunggailiat, <u>25.1.24</u>                  Penguji                    (.....<u>Uham. A.W.</u>.....)</p>

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

	<p>FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK <u>2023 / 2024</u></p>
<p>JUDUL :</p>	<p><i>Studi Penggunaan Karbon Aktif Donor Limbah Sekam Sacha Lucht yang Diproses Melalui Aktifasi Fisika</i></p>
<p>Nama Mahasiswa :</p>	<p>1. <u>Abde Fattahwa</u> NIM: <u>1042011</u>                  2. _____ NIM: _____                  3. _____ NIM: _____                  4. _____ NIM: _____                  5. _____ NIM: _____</p>
<p>Bagian yang direvisi</p>	<p>Halaman</p>
<p><i>- Sinkronkan antara tujuan, pengolahan data &amp; kesimpulan</i>  <i>- Pembelian Reagens Kimia diperbaiki</i>  <i>- Gambar Penelitian beres-beres</i></p>	
<p>Sunggailiat, <u>16-01-2024</u></p>	
<p>Penguji                    (.....<u>Rugiyarto</u>.....)</p>	
<p>Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa</p>	
<p>Mengetahui, Pembimbing</p> <p><i>Jis 23/1</i>                  (.....<u>Jis</u>.....)</p>	<p>Sunggailiat, <u>23-01-2024</u></p> <p>Renguji</p> <p>                  (.....<u>Rugiyarto</u>.....)</p>

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

	<p><b>FORM REVISI LAPORAN AKHIR</b>  <b>TAHUN AKADEMIK</b>  <u>2022/2023</u></p>
<p><b>JUDUL :</b></p>	<p><u>Studi penggunaan karbon aktif . . . .</u></p>
<p><b>Nama Mahasiswa :</b></p>	<p>1. <u>Able Fathama</u> NIM: <u>1042001</u>                  2. _____ NIM: _____                  3. _____ NIM: _____                  4. _____ NIM: _____                  5. _____ NIM: _____</p>
<p><b>Bagian yang direvisi</b></p>	<p><b>Halaman</b></p>
<p>- <u>tambahkan <sup>dekat / standar</sup> atau <sup>itu</sup> pengujian</u></p> <p>- <u>Skema T02 penulisan kelung / tempelan</u></p> <p>- <u>struktur &amp; pembuat tabel gambar foto dan tabel</u></p>	
<p>Sunggailat, <u>16 Januari 2024</u></p> <p style="text-align: center;">Penguji                    (.....Eriyusyah.....)</p>	
<p><b>Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa</b></p>	
<p style="text-align: center;">Mengetahui,                  Pembimbing</p> <p style="text-align: center;"><u>Jan 23 24</u>                    (.....)</p>	<p style="text-align: right;">Sunggailat, <u>23-1-2024</u></p> <p style="text-align: center;">Penguji                    (.....Eriyusyah.....)</p>

