

**TUGAS AKHIR**  
**KEMAMPUAN MEDIA KARBON AKTIF PELEPAH PISANG SEBAGAI**  
**ADSORBEN PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI**  
**ELEKTROPLATING**

**DISUSUN OLEH:**  
**HANI BAGUS FIRNANDA**  
**21.26.031**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**2025**



**TUGAS AKHIR**  
**KEMAMPUAN MEDIA KARBON AKTIF PELEPAH PISANG SEBAGAI**  
**ADSORBEN PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI**  
**ELEKTROPLATING**



**Disusun Oleh:**  
**HANI BAGUS FIRNANDA**  
**21.26.031**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOOGI NASIONAL**  
**MALANG**

**LEMBAR PERSETUJUAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**KEMAMPUAN MEDIA KARBON AKTIF PELEPAH PISANG SEBAGAI**  
**ADSORBEN PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI**  
**ELEKTROPLATING**

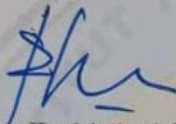
Disusun Oleh:  
**HANI BAGUS FIRNANDA**

21.26.031

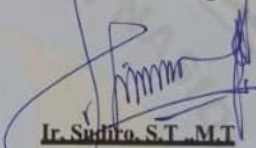
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

  
**Dr. Eyy Hendriarianti, ST., M.MT**

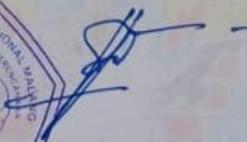
NIP.P.1030300382

  
**Ir. Sudiro, S.T., M.T**

NIP.Y.1039900327

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan

  
  
**Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, M.Sc**  
NIP.1961062019911031002



PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

**PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA TUGAS AKHIR**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

NAMA : HANI BAGUS FIRNANDA  
NIM : 2126031  
JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN  
JUDUL : KEMAMPUAN MEDIA KARBON AKTIF PELEPAH PISANG  
SEBAGAI ADSORBEN PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR  
INDUSTRI ELEKTROPLATING

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Tugas Akhir Jenjang Program Strata Satu  
(S-1), pada:

Hari : Rabu  
Tanggal : 09 Juli 2025

**Panitia Ujian Tugas Akhir**

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, M.Sc

Vitha Rachmawati, ST., MT

NIP. 1961062019911031002

NIP.P. 1031900560

**Tim Penguji**

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Anis Artivani, S.T., M.T

Candra Dwiratna W., S.T., MT

NIP.P.1030300384

NIP.Y.1030000349

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**KEMAMPUAN MEDIA KARBON AKTIF PELEPAH PISANG SEBAGAI**  
**ADSORBEN PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI**  
**ELEKTROPLATING**

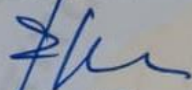
Disusun Oleh:  
**HANI BAGUS FIRNANDA**

21.26.030

Telah dipertahankan di depan Penguji Ujian Tugas Akhir Jenjang Program Strata  
Satu (S-1) pada 09/07/2025 dan dinyatakan memenuhi syarat.

Menyetujui,

**Dosen Pembimbing I,**

  
**Dr. Evy Hendrianti, ST., MMT**

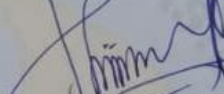
**NIP.P.1030300382**

**Dosen Penguji I,**

  
**Anis Artiyani, ST., MT**

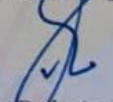
**NIP.P.1030300384**

**Dosen Pembimbing II,**

  
**Ir. Sudiro, S.T., M.T**

**NIP.Y.1039900327**

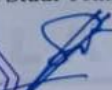
**Dosen Penguji II,**

  
**Candra Dywiratna W. S.T., MT**

**NIP.Y.1030000349**

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Lingkungan**

  
  
**Dr. Ir. Heri Setvobudiarso, M.Sc**  
**NIP.1961062019911031002**

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Hani Bagus Firnanda

NIM : 2126031

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir yang saya susun dan saya tulis dengan judul "KEMAMPUAN MEDIA KARBON AKTIF PELEPAH PISANG SEBAGAI ADSORBEN PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI ELEKTROPLATING" adalah benar-benar merupakan hasil pemikiran, penelitian, serta karya intelektual saya sendiri dan bukan merupakan karya pihak lain.
2. Semua sumber referensi yang dikutip dan dirujuk tertulis dalam lembar daftar pustaka.
3. Apabila kemudian hari diketahui terjadi penyimpangan dari pernyataan yang saya buat, maka saya siap menerima sanksi sebagaimana aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Malang, Agustus 2025

Menyatakan,



Hani Bagus Firnanda

NIM. 21.26.031

**KEMAMPUAN MEDIA KARBON AKTIF PELEPAH PISANG SEBAGAI  
ADSORBEN PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI  
ELEKTROPLATING**

**Hani Bagus Firnanda<sup>1</sup>, Evy Hendriarianti<sup>2</sup>, Sudiro<sup>3</sup>**

Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang

Jl. Bendungan Sigura-gura No.2, Sumber Sari, Lowokwaru, Kota Malang

Email: <sup>1)</sup>[hanibagusf@gmail.com](mailto:hanibagusf@gmail.com), <sup>2)</sup>[evyhendriarianti@lecturer.itn.ac.id](mailto:evyhendriarianti@lecturer.itn.ac.id),

<sup>3)</sup>[sudiro\\_enviro@lecturer.itn.ac.id](mailto:sudiro_enviro@lecturer.itn.ac.id)

**ABSTRAK**

Pencemaran lingkungan akibat limbah cair dari proses elektroplating menjadi salah satu masalah yang serius. Hal ini disebabkan oleh kandungan logam berat berbahaya seperti Tembaga (Cu) dan Nikel (Ni) yang ada pada limbah cair industri elektroplating. Salah satu metode yang efisien dalam mendegradasi logam berat adalah adsorpsi dengan memanfaatkan karbon aktif pelepah pisang sebagai adsorben. Penelitian ini bertujuan menganalisis kemampuan karbon aktif pelepah pisang sebagai adsorben dalam menurunkan konsentrasi Total Suspended Solid (TSS), Tembaga (Cu), dan Nikel (Ni) pada limbah cair elektroplating. Metode pengaliran menggunakan sistem batch dengan variasi massa adsorben (2,5 gr dan 5 gr) serta waktu kontak (30, 60, dan 120 menit). Hasil menunjukkan efisiensi penyisihan tertinggi dicapai pada massa adsorben 5 gr dan waktu kontak 120 menit. Efisiensi TSS sebesar 80%, Cu sebesar 90,1%, dan Ni sebesar 71%. Adsorben diuji penggunaannya hingga tiga kali siklus, dan tetap menunjukkan efektivitas yang relatif stabil. Karbon aktif pelepah pisang dapat digunakan sebagai alternatif adsorben yang efisien dan ramah lingkungan untuk pengolahan limbah cair industri elektroplating.

**Kata Kunci:** Adsorpsi, Karbon aktif, Nikel, Pelepah pisang, Tembaga, TSS

# **ADSORPTIVE PERFORMANCE OF BANANA PSEUDOSTEM-BASED ACTIVATED CARBON FOR ELECTROPLATING WASTEWATER TREATMENT**

**Hani Bagus Firnanda<sup>1</sup>, Evy Hendriarianti<sup>2</sup>, Sudiro<sup>3</sup>**

*Study Program of Environmental Engineering  
Faculty of Civil Engineering and Planning, National Institute of Technology  
Malang*

*Bendungan Sigura-gura St.2, Sumbersari, Lowokwaru, Malang City*  
Email: <sup>1)</sup>[hanibagusf@gmail.com](mailto:hanibagusf@gmail.com), <sup>2)</sup>[evyhendriarianti@lecturer.itn.ac.id](mailto:evyhendriarianti@lecturer.itn.ac.id),  
<sup>3)</sup>[sudiro\\_enviro@lecturer.itn.ac.id](mailto:sudiro_enviro@lecturer.itn.ac.id)

## **ABSTRACT**

*Environmental pollution caused by wastewater from the electroplating process has become a serious issue. This is due to the presence of hazardous heavy metals such as Copper (Cu) and Nickel (Ni) in electroplating industrial effluent. One efficient method for degrading heavy metals is adsorption using activated carbon derived from banana fronds as an adsorbent. This study aims to analyze the effectiveness of banana frond activated carbon as an adsorbent in reducing the concentrations of Total Suspended Solids (TSS), Copper (Cu), and Nickel (Ni) in electroplating wastewater. The treatment was carried out using a batch system with variations in adsorbent mass (2.5 g and 5 g) and contact time (30, 60, and 120 minutes). The results showed the highest removal efficiency was achieved at an adsorbent mass of 5 g and a contact time of 120 minutes. The removal efficiencies were 80% for TSS, 90.1% for Cu, and 71% for Ni. The adsorbent was tested over three cycles and continued to show relatively stable effectiveness. Activated carbon from banana fronds can be used as an efficient and environmentally friendly alternative adsorbent for treating electroplating industrial wastewater.*

**Keywords:** Activated Carbon, Adsorption, Banana Pseudo stem, Copper, Nickel, TSS

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Kemampuan Media Karbon Aktif Pelepah Pisang Sebagai Adsorben Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Elektroplating”**. Penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang dengan ikhlas memberikan dorongan dan bimbingan, maka dari itu dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kepada seluruh jajaran pimpinan Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang yang telah memberikan fasilitas dan kesempatan untuk menempuh pendidikan.
2. Bapak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, M.Sc, selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Ibu Dr. Evy Hendriarianti, ST., M.MT, selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan masukan dan arahan selama penyusunan skripsi.
4. Bapak Sudiro, ST., MT, selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan masukan dan arahan selama penyusunan skripsi
5. Bapak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso. M.Sc, selaku dosen penguji I dan Ibu Anis Artiyani, ST., MT, selaku dosen penguji II dalam dalam penyusunan tugas akhir ini
6. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmu serta dorongan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Kedua Orang Tua yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan moril maupun material.
8. Keluarga yang senantiasa mendoakan, memberikan motivasi, memberikan dukungan penuh, serta kebersamaan yang berarti.
9. Para Bung dan Bun, rekan-rekan Teknik Lingkungan ITN Malang, khususnya angkatan 2021, yang telah bersedia membantu, memberi

semangat, bertukar pikiran kepada penulis selama kuliah.

10. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terima kasih atas bantuan, semangat, dan doa baik yang diberikan kepada penulis.
11. *Last but not least*, penulis menyampaikan terima kasih kepada diri sendiri. Terima kasih karena tetap terus maju, menggempur semua yang menghalangi jalan.

Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini banyak terdapat kekurangan, maka dari itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang dapat membangun sebagai bahan perbaikan dan penyempurnaan peneliti selanjutnya.

Malang, Agustus 2025

Penyusun,

Hani Bagus Firnanda

## DAFTAR ISI

|                                                         |             |
|---------------------------------------------------------|-------------|
| <b>TUGAS AKHIR .....</b>                                | <b>iii</b>  |
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN.....</b>                          | <b>iv</b>   |
| <b>BERITA ACARA.....</b>                                | <b>v</b>    |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>                           | <b>vi</b>   |
| <b>PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>                     | <b>vii</b>  |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                    | <b>viii</b> |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                              | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                  | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                               | <b>xv</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                               | <b>xvii</b> |
| <b>BAB I.....</b>                                       | <b>1</b>    |
| <b>PENDAHULUAN .....</b>                                | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                               | 3           |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                              | 3           |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....                             | 3           |
| 1.5 Ruang Lingkup.....                                  | 4           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                     | <b>5</b>    |
| 2.1 Limbah Cair .....                                   | 5           |
| 2.1.1 Pengertian Limbah Cair .....                      | 5           |
| 2.1.2 Limbah Cair Elektroplating .....                  | 5           |
| 2.1.3 Baku Mutu Air Limbah Cair Elektroplating .....    | 6           |
| 2.2 Pengolahan Air Limbah Menurut Karakteristiknya..... | 6           |
| 2.3 Adsorpsi .....                                      | 8           |
| 2.3.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi.....     | 8           |
| 2.4 Parameter yang diuji di dalam Penelitian.....       | 10          |
| 2.4.1 <i>Total Suspended Solid (TSS)</i> .....          | 10          |
| 2.4.2 Nikel (Ni) .....                                  | 10          |
| 2.4.3 Tembaga (Cu).....                                 | 11          |
| 2.5 Karbon Aktif Pelepah Pisang.....                    | 11          |
| 2.6 Penelitian Terdahulu.....                           | 13          |
| <b>BAB III.....</b>                                     | <b>16</b>   |
| <b>METODE PENELITIAN .....</b>                          | <b>16</b>   |
| 1.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....                   | 16          |

|                                     |                                                                            |           |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.2                                 | Alat dan Bahan.....                                                        | 16        |
| 1.2.1                               | Persiapan Alat .....                                                       | 16        |
| 1.2.2                               | Persiapan Bahan.....                                                       | 16        |
| 1.3                                 | Variabel Penelitian.....                                                   | 16        |
| 1.3.1                               | Variabel Tetap.....                                                        | 16        |
| 1.3.2                               | Variabel Bebas .....                                                       | 17        |
| 1.3.3                               | Variabel Terikat .....                                                     | 17        |
| 1.4                                 | Rancangan Penelitian .....                                                 | 17        |
| 1.4.1                               | Tahap Persiapan.....                                                       | 17        |
| 1.4.2                               | Tahap Pelaksanaan.....                                                     | 19        |
| 1.5                                 | Rangkaian Alat Penelitian.....                                             | 22        |
| 1.6                                 | Diagram Alir Penelitian.....                                               | 23        |
| <b>BAB IV .....</b>                 |                                                                            | <b>24</b> |
| <b>ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....</b> |                                                                            | <b>24</b> |
| 4.1                                 | Karakteristik Limbah Cair Elektroplating.....                              | 24        |
| 4.2                                 | Proses Pembuatan Adsorben Karbon Aktif Pelepah Pisang .....                | 25        |
| 4.2.1                               | Preparasi Bahan Baku .....                                                 | 25        |
| 4.2.2                               | Proses Aktivasi Adsorben Karbon Pelepah Pisang.....                        | 25        |
| 4.3                                 | Hasil Pengukuran Parameter Setelah Proses Adsorpsi .....                   | 26        |
| 4.4                                 | Analisis Konsentrasi TSS, Tembaga, dan Nikel .....                         | 28        |
| 4.5                                 | Analisis ANOVA <i>Two-Way</i> .....                                        | 35        |
| 4.5.1                               | Analisis ANOVA <i>Two-Way</i> Pengolahan Sampel Pertama .....              | 36        |
| 4.5.1.1                             | Analisis <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) Pengolahan Sampel Pertama..... | 36        |
| 4.5.1.2                             | Analisis Nikel (Ni) Pengolahan Sampel Pertama .....                        | 38        |
| 4.5.1.3                             | Analisis Tembaga (Cu) Pengolahan Sampel Pertama.....                       | 41        |
| 4.5.2                               | Analisis ANOVA <i>Two-Way</i> Pengolahan Sampel Kedua.....                 | 43        |
| 4.5.2.1                             | Analisis <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) Pengolahan Sampel Kedua .....  | 43        |
| 4.5.2.2                             | Analisis Nikel (Ni) Pengolahan Sampel Kedua .....                          | 46        |
| 4.5.2.3                             | Analisis Tembaga (Cu) Pengolahan Sampel Kedua .....                        | 48        |
| 4.5.3                               | Analisis ANOVA <i>Two-Way</i> Pengolahan Sampel Ketiga.....                | 51        |
| 4.5.3.1                             | Analisis <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) Pengolahan Sampel Ketiga ..... | 51        |
| 4.5.3.2                             | Analisis Nikel (Ni) Pengolahan Sampel Ketiga.....                          | 53        |
| 4.5.3.3                             | Analisis Tembaga (Cu) Pengolahan Sampel Ketiga .....                       | 56        |
| 4.6                                 | Pembahasan.....                                                            | 58        |
| 4.6.1                               | Penyisihan TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ).....                       | 58        |
| 4.6.2                               | Penyisihan Tembaga (Cu).....                                               | 60        |

|                                              |                            |           |
|----------------------------------------------|----------------------------|-----------|
| 4.6.3                                        | Penyisihan Nikel (Ni)..... | 62        |
| <b>BAB V .....</b>                           |                            | <b>65</b> |
| <b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>            |                            | <b>65</b> |
| 5.1                                          | Kesimpulan .....           | 65        |
| 5.2                                          | Saran .....                | 65        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                  |                            | <b>67</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                         |                            | <b>75</b> |
| Lampiran 1. Hasil Analisis Laboratorium..... |                            | 76        |
| Lampiran 2. Dokumentasi.....                 |                            | 81        |

## DAFTAR TABEL

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Industri Elektroplating.....     | 6  |
| Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu Terkait Limbah Cair.....         | 13 |
| Tabel 3.1 Parameter dan Metode Analisisnya .....                | 20 |
| Tabel 4.1 Karakteristik Limbah Cair Elektroplating.....         | 27 |
| Tabel 4.2 Hasil Uji Parameter .....                             | 30 |
| Tabel 4.3 Persentase Penyisihan TSS, Tembaga, dan Tembaga ..... | 32 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.1 Flowchart prosedur adsorpsi.....                    | 20 |
| Gambar 3.2 Bak Pengendap .....                                 | 22 |
| Gambar 3.3 Jarrest .....                                       | 22 |
| Gambar 4.1 Proses Pembuatan Karbon Aktif .....                 | 28 |
| Gambar 4.2 Aktivasi Adsorben Karbon Aktif Pelepah Pisang ..... | 28 |
| Gambar 4.3 Grafik Persentase Penyisihan TSS .....              | 33 |
| Gambar 4.4 Grafik Persentase Penyisihan Tembaga .....          | 35 |
| Gambar 4.5 Grafik Persentase Penyisihan Nikel .....            | 37 |
| Gambar 4.6 Hasil Uji Normalitas TSS .....                      | 38 |
| Gambar 4.7 Hasil Uji Homogenitas TSS .....                     | 39 |
| Gambar 4.6 Hasil Uji Anova <i>Two-Way</i> TSS.....             | 40 |
| Gambar 4.7 Hasil Uji Normalitas Nikel .....                    | 41 |
| Gambar 4.8 Hasil Uji Homogenitas Nikel .....                   | 42 |
| Gambar 4.9 Hasil Uji Anova <i>Two-Way</i> Nikel.....           | 43 |
| Gambar 4.10 Hasil Uji Normalitas Tembaga .....                 | 44 |
| Gambar 4.11 Hasil Uji Homogenitas Tembaga .....                | 44 |
| Gambar 4.12 Hasil Uji Anova <i>Two-Way</i> Tembaga.....        | 45 |
| Gambar 4.13 Hasil Uji Normalitas TSS .....                     | 46 |
| Gambar 4.14 Hasil Uji Homogenitas TSS .....                    | 47 |
| Gambar 4.15 Hasil Uji Anova <i>Two-Way</i> TSS.....            | 48 |
| Gambar 4.16 Hasil Uji Normalitas Nikel .....                   | 49 |
| Gambar 4.17 Hasil Uji Homogenitas Nikel .....                  | 49 |
| Gambar 4.18 Hasil Uji Anova <i>Two-Way</i> Nikel.....          | 50 |
| Gambar 4.19 Hasil Uji Normalitas Tembaga .....                 | 51 |
| Gambar 4.20 Hasil Uji Homogenitas Tembaga .....                | 52 |
| Gambar 4.21 Hasil Uji Anova <i>Two-Way</i> Tembaga.....        | 53 |
| Gambar 4.22 Hasil Uji Normalitas TSS .....                     | 54 |
| Gambar 4.23 Hasil Uji Homogenitas TSS .....                    | 54 |
| Gambar 4.24 Hasil Uji Anova <i>Two-Way</i> TSS.....            | 55 |
| Gambar 4.25 Hasil Uji Normalitas Nikel .....                   | 56 |
| Gambar 4.26 Hasil Uji Homogenitas Nikel .....                  | 57 |

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.27 Hasil Uji Anova <i>Two-Way</i> Nikel.....   | 58 |
| Gambar 4.28 Hasil Uji Normalitas Tembaga .....          | 59 |
| Gambar 4.29 Hasil Uji Homogenitas Tembaga .....         | 59 |
| Gambar 4.30 Hasil Uji Anova <i>Two-Way</i> Tembaga..... | 60 |